

齐鲁工业大学

本科毕业设计（论文）

老年人跌倒检测智能贴件的设计与实现

学部（学院）	计算机科学与技术学部
专业班级	物联网 20-1
学生姓名	崔林坤
学号	202003040023
导师姓名	胡春雨

2024 年 05 月 20 日

本科毕业设计（论文）

老年人跌倒检测智能贴件的设计与实现

学部（学院）	计算机科学与技术学部
专业班级	物联网 20-1
学生姓名	崔林坤
学号	202003040023
导师姓名	胡春雨

2024 年 05 月 20 日

齐鲁工业大学本科毕业设计（论文）

原创性声明

本人郑重声明：所呈交的毕业设计（论文），是本人在指导教师的指导下独立研究、撰写的成果。设计（论文）中引用他人的文献、数据、图件、资料，均已在设计（论文）中加以说明，除此之外，本设计（论文）不含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。对本文研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确说明并表示了谢意。本声明的法律结果由本人承担。

毕业设计（论文）作者签名： 崔林峰
2024年6月11日

齐鲁工业大学本科毕业设计（论文）

使用授权说明

本毕业设计（论文）作者完全了解学校有关保留、使用毕业设计（论文）的规定，即：学校有权保留、送交设计（论文）的复印件，允许设计（论文）被查阅和借阅，学校可以公布设计（论文）的全部或部分内容，可以采用影印、扫描等复制手段保存本设计（论文）。

指导教师签名： 胡春雨
2024年6月11日

毕业设计（论文）作者签名： 崔林峰
2024年6月11日

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	II
第 1 章 绪论	1
1.1 课题背景及研究意义	1
1.2 研究现状	1
第 2 章 系统分析	4
2.1 系统需求分析	4
2.2 系统可行性分析	4
2.2.1 技术可行性分析	4
2.2.2 经济可行性分析	4
2.2.3 社会可行性分析	5
2.3 系统功能结构分析	5
第 3 章 系统总体设计	8
3.1 传感器采集模块的选型与连接	8
3.1.1 加速度传感器的选型与连接	8
3.1.2 定位传感器的选型与连接	10
3.1.3 老年人公交卡信息上传模块的选型与连接	11
3.2 无线通信模块的选型与连接	13
3.2.1 短信发送模块的选型与连接	14
3.2.2 数据发送端与数据接收端通信模块的选型与连接	16
3.3 微控制器模块的选型	18
3.4 服务器端设计	18
3.4.1 网页后端服务器功能设计	18
3.4.2 MQTT 云服务器功能设计	19

3.5 数据库设计	21
3.6 网页端及 APP 设计	22
3.6.1 网页端设计	22
3.6.2 APP 设计	23
第 4 章 系统详细设计与实现	25
4.1 系统开发前的准备	25
4.1.1 硬件开发环境的搭建	25
4.1.2 硬件的连接	26
4.2 微控制器模块功能实现	27
4.3 数据发送端 WiFi 模块功能实现	28
4.4 加速度传感器模块功能实现	29
4.5 数据接收端 WiFi 模块功能实现	30
4.6 服务器端开发	31
4.7 老年人跌倒检测算法的实现	32
第 5 章 系统测试	36
5.1 硬件功能测试	36
5.2 软件功能测试	37
5.2.1 网页前端功能测试	38
5.2.2 APP 功能测试	40
第 6 章 总结与展望	43
6.1 总结	43
6.2 展望	43
参考文献	45
致谢	47

摘 要

近年来，全球老龄化趋势越来越明显，关于老年人跌倒检测的设计越来越多，但是当前市面上出现的大部分设备都是通过图像识别来检测老年人是否跌倒，对于环境以及范围的要求比较高，并且无法定位老年人当前位置。因此，设计并实现一个便于携带的老年人跌倒检测智能贴件是非常有必要的。

针对以上问题，本文设计并实现了基于物联网技术的老年人跌倒检测智能贴件系统，旨在提高老年人跌倒后的救援效率，从而有效降低跌倒事故对老年人健康造成的影响。本系统通过结合 MPU6050 加速度传感器、SIM900A 传感器、WiFi 无线通信技术和卷积神经网络算法，帮助老人的家属实现对老人是否跌倒的实时检测。本系统的智能检测功能是使用 STM32 微控制器连接了各类传感器并对传感器上传的数据通过数据处理算法的判定来实现的。本系统收集老年人当前的加速度和角速度数据后，将数据上传到服务器端，通过服务器中已经部署好的老年人跌倒检测算法来判断老人当前是否跌倒。若有跌倒事件的发生，系统会自动发出警报并向紧急联系人发送短信，收到短信后可以在 APP 上查看老年人当前位置，并实施救援。在本系统的 APP 中，老年人的亲属可以查看老年人一天的运动步数、是否跌倒以及老年人的历史状态。

经过一系列实验，证实了系统的实用性。结果表明，老年人跌倒检测智能贴件系统可以精准地识别老年人的跌倒事件，并及时触发警报。

关键词：智能贴件；老年人跌倒检测；物联网技术

ABSTRACT

In recent years, the global aging trend has become increasingly apparent, and there are more and more designs for fall detection for the elderly. However, most of the devices currently available on the market use image recognition to detect whether the elderly have fallen, which has high requirements for the environment and scope, and cannot locate the current location of the elderly. Therefore, it is necessary to design and implement a portable intelligent patch for elderly fall detection.

In response to the above issues, this article designs and implements an intelligent patch system for elderly fall detection based on Internet of Things technology, aiming to improve the rescue efficiency of elderly people after falling and effectively reduce the impact of fall accidents on their health. This system combines MPU6050 acceleration sensor, SIM900A sensor, WiFi wireless communication technology, and convolutional neural network algorithm to help elderly family members achieve real-time detection of whether the elderly have fallen. The intelligent detection function of this system is achieved by using the STM32 microcontroller to connect various sensors and determine the data uploaded by the sensors through data processing algorithms. After collecting the current acceleration and angular velocity data of elderly people, this system uploads the data to the server and uses the deployed elderly fall detection algorithm in the server to determine whether the elderly person is currently falling. If a fall event occurs, the system will automatically sound an alarm and send a text message to the emergency contact person. After receiving the text message, the elderly person's current location can be viewed on the app and rescue measures can be implemented. In the APP of this system, relatives of elderly people can view their daily exercise steps, whether they have fallen, and their historical status.

After a series of experiments, the practicality of the system has been confirmed. The results indicate that the intelligent patch system for elderly fall detection can accurately identify falls in the elderly and trigger alerts in a timely manner.

Key words: Smart stickers; Falls detection for elderly people; Internet of Things technology

第 1 章 绪论

1.1 课题背景及研究意义

随着全球人口老龄化趋势的加剧，老年人的健康与安全已经成为社会关注的重点问题之一。由于老年人的生理机能逐渐退化，如视力减退、肌肉力量减弱、反应能力下降等，更容易发生跌倒事故。根据中国卫生部发布的相关文件可以看出，跌倒已经成为导致我国 65 岁以上老年人伤残的主要原因^[1]。然而，很多老年人独居生活，一旦发生跌倒，可能无法及时得到帮助。传统的跌倒报警设备存在误报率高、侵入性强等问题，难以满足老年人日常生活中的实际需求。因此，设计一种智能贴件系统，让老人的家属能够实时检测老年人是否跌倒，具有重要的现实意义和社会意义。物联网（IoT）技术的快速发展为设计一个老年人跌倒检测系统提供了新的思路和解决方案，物联网技术能够通过各种传感器收集数据，并通过无线网络实现数据的传输。特别是基于物联网的智能穿戴设备因其便携性和实时性成为跌倒检测领域的热点研究方向。这些都为实时检测老年人是否跌倒提供了可能。

对于老年人跌倒检测智能贴件系统的开发能够提升老年生活水平，老年人跌倒检测智能贴件能切实追踪老年跌倒事件，确保老年人的亲属能够进行及时的救助，保护老年人的安全。借助于老年人跌倒检测智能贴件系统和相应应用程序的预警机制，可以有效降低老年人因为跌倒而再次受伤的可能性。常常跌倒的老人通常需要接受医疗援助，及时检测跌倒事件能够有效减少医疗护理所需的时间与开支，同时缓解医疗系统的压力。老年人跌倒检测智能贴件的开发与构建，需要跌倒感应技术、数据处理及机器学习等板块的助力。同时，本系统的设计与实施也有望推动相关技术的进步。老年人跌倒检测智能贴件的设计与实现，为独自居住的老年人带来了福音，它极大地增强了老年人的居家安全感。

本系统中设计了一个老年人跌倒检测智能贴件系统，旨在通过配备的相应的传感器和相关跌倒检测算法，实现对老年人群体跌倒行为的即时检测，包括但不限于加速度等传感器数据的不断收集。利用收集到数据训练深度学习模型，让系统能精确识别跌倒事件，并在事故发生后立即利用网络通讯告知亲属，以便迅速采取相应措施。

1.2 研究现状

随着物联网技术的不断发展以及老龄化程度的不断加深，大量的研究人员对老年人跌倒检测系统进行了深入探讨，并且提出了众多创新性的研究策略，研究者们尝试采用

了多种信号感应与采集设备。所使用的感应设备主要可以分成两类:环境设备以及可穿戴设备。

第一类是可穿戴设备的跌倒检测系统。这种设备通常固定在人的身体的特定位置,如头部、腰部或手腕。设备内嵌传感器,负责收集实时动作数据。利用信号处理和机器学习等算法,可以让系统对动作模式进行分类,以区分跌倒动作和常规活动,从而实现跌倒事件的检测。根据传感器种类不同,可穿戴跌倒检测系统中使用的传感器主要有惯性传感器、压力传感器等。

第二类是基于环境设备的跌倒检测系统,其工作原理利用摄像头获取的信号来描述人体运动状态,并利用相应的信号处理方法进行跌倒检测^[2]。通过深入分析由摄像头所获取的图像,尤其是涉及日常活动和跌倒的姿态与动作的图像,再借助图像处理技术和机器视觉算法,对摔倒事件的图像特征与日常行为进行区分,从而可以确认摔倒事件的发生。

在对于可穿戴设备的跌倒检测系统的研究中, Kuang-Hsuan Chen 等人^[3]设计了一个基于加速度传感器的小型嵌入式跌倒检测装置。该装置被固定在使用者的腰部,传感器采集的加速度数据经过去噪、模数转换等预处理之后通过蓝牙发送至服务器端,然后在服务器端进行特征提取、SVM 算法分类等处理,完成最终的跌倒检测功能。Wu G^[4]采用监测人体平衡中心移动的方法来判定跌倒事件,运用在腰部安装的感应器来探究人在活动中的加速度和角速度的改变。朱勇等人^[5]则利用安装在使用者腰部的角度传感器来采集人体运动过程中的角度变化,从而判断是否有跌倒事件的发生。研究人员 Karantons D M^[6]采用了一种三轴加速度计,将其贴合于衣物之下,通过捕获与人体动作相关的数据,来用于跌倒检测。Boissy P^[7]研究出利用三维加速度计对传感器受到的冲击力度及人体在跌倒过程中躯干的姿态变化进行跌倒检测的技术。学者 Bianchi F^[8]采用了一种通过在人体腰部安装传感器的方式,捕捉老人在运动过程中的加速度变化,随后运用分类算法对跌倒事件的数据进行分析与辨别,从而实现对跌倒事件的检测。学者 Bourke A K^[9]借助陀螺仪监测人体角速度的波动,通过对多轴角速度的变动进行探讨,并据此解析跌倒时人体倾角的变化,从而判断此时是否跌倒。Francesca De Cillis 等人^[10]利用可穿戴嵌入式系统上的加速度计和陀螺仪采集人体的加速度和角速度信息,结合人体运动时的平移信息和旋转信息对人体运动过程做出更加细致的描述,然后设计相应的特征以对信号进行阈值判断。Won-Jae Yi 等人^[11]设计的系统融合了温度传感器、心电传感器以及多个加速度传感器数据,来实时监测用户的心率、是否跌倒等信息,并利用这些信息识别潜在的

跌倒事故。

在对基于环境设备的跌倒检测系统研究中, Miao Yu, Adel Rhuma 等人^[12]使用单个摄像头获取独居老人在室内的日常活动图像,利用一种高效的背景消除算法将图像中的人体提取出来,再从人体图像中提取出基于椭圆拟合与直方图的姿态特征,并通过支持向量机(Support Vector Machine, SVM)进行动作分类识别,从而进行跌倒事件的检测。Erik E. Stone 等人^[13]使用 Microsoft Kinect 深度图像传感器来获取老年人的运动姿态,并设计了一个两阶段的检测系统进行动作识别和跌倒检测。Zhen-Peng Bian 等人^[14]设计了一种基于深度摄像头的跌倒检测系统。加拿大学者 Rougier C^[15]采纳了一种创新方法,他仅依靠一台相机来捕获人体头部的三维动作路径,随后对这些采集到的信息执行深入的剖析,以此作为判定跌倒的基准。在室内环境,通过部署众多视频监控设备,并借助计算机图像识别技术,对人体的头部进行监测及动态追踪。随后,从中提取出头部的三维动态路径数据,用以判断是否发生了跌倒事件。Chen Y T^[16]采用图像处理技术,将人体图像转换为椭圆形表示形式。对比获得的人体形态特征和边界框,有助于区分跌倒事件与其他的动作姿态。在国内,卢耿霞^[17]借助视频资料,借助建立的高斯模型,对人体轮廓面积的变化特性进行了深入分析,并采用了 SVM 分类器来辨识跌倒动作。周民刚^[18]通过视频捕捉技术获得人体边缘形态,从中抽取人体边缘的曲率及其尺度空间属性,作为判定跌倒行为的标识,其采用快速学习算法,对跌倒事件进行有效辨识^[19]。

总之,老年人跌倒检测智能贴件是一个备受关注的研究领域,国内外学者们在这一领域展开了广泛而深入的研究工作,取得了一系列重要成果。

第 2 章 系统分析

2.1 系统需求分析

借助老年人跌倒检测智能贴件系统，老年人及其家人能够及时掌握老人的状况，从而轻松获取相关信息，并迅速掌握老人的最新情况。其核心需求包含以下两个方面。

（1）跌倒检测：系统需要在老年人发生跌倒事件时做出精准判断，在检测到跌倒事件发生时，系统应立即自动向已经预先设定好的紧急联系人发送短信，以便老人的亲属可以利用手机 APP 或前端网页做出及时反应。

（2）定位追踪：老年人跌倒检测智能贴件系统装备了全球定位系统的定位模块，而让老人的家属能在老人走失或者跌倒的情况下，通过定位功能及时获取他们的准确位置，以便实施救援。

2.2 系统可行性分析

老年人跌倒检测智能贴件系统的可行性可以从技术、经济、社会需求来分析。

2.2.1 技术可行性分析

老年人跌倒检测智能贴件系统需要用到多种技术，比如物联网技术、传感器技术、数据处理算法等。

物联网技术：随着传感器、微处理器、物联网（IoT）通信技术方面的发展，为实现老年人跌倒检测智能贴件系统的设计与实现提供了强大支持。当前，加速度计、陀螺仪等传感器已经足够小型化，能够轻松集成在可穿戴设备中。此外，物联网技术的普及使得设备能更加便捷地连接至云端服务器，实现数据的实时传输和处理。

传感器技术：在老年人跌倒检测智能贴件系统的设计与实现需要用到多种传感器，比如需要用到相关的加速度以及角速度传感器来收集老年人当前的状态数据，需要用到定位传感器来收集老年人当前的位置信息，以便在老年人走失时查看老年人的实时位置，同时，在本系统中还增加了相关的 NFC 传感器，方便老人信息的获取。

数据处理算法：机器学习和深度学习的发展使得跌倒检测算法更加精确，能够有效区分日常活动与跌倒事件。相关算法的优化也提高了系统的响应速度和准确性，减少了误报和漏报的情况。

2.2.2 经济可行性分析

老年人跌倒检测智能贴件系统的开发需要投入一定成本。从经济效益上来看，伴随

着传感器与物联网设备成本的持续降低，制造更迅速、更精准的老年人跌倒检测智能贴片变得更为经济。随着市场需求的增长、老年人口在全部人口中比例的提升，老年人健康监护产品和服务的需求相应扩大。老年人跌倒检测智能贴片为老年人群体带来了非常重要的安全保障，这也预计本系统能够在全球市场上获得广泛的认可和应用。在投资成效方面，投入于健康科技领域的资金通常会促发持久的社会与经济效益，诸如在减少医疗开支方面和提升老年人的生活品质方面。

2.2.3 社会可行性分析

对老年人群来说，采用更好的跌倒检测系统可以更有效地保护他们的安全，同时也使得他们的家属能够实时跟踪并检测老人的安全状况。在跌倒事件发生时，本系统能够迅速向预先设定好的紧急联系人发送短信，以确保老年人能够及时地得到救助。

在个人隐私与伦理关切方面，老年人跌倒检测智能贴片系统虽具备众多益处，然而在推进其应用时，对于个人隐私权的保护必须给予足够重视。在设计用于检测老年人跌倒的智能贴片系统时，必须遵守旨在维护数据安全的规范，这样才能保障使用者的个人安全与隐私不被侵犯。

在社会接受度方面，教育和提高的认识可以帮助社会更好地了解老年人跌倒检测智能贴片系统并使其易于使用。精确的市场推广手段与适当的社会推广方针，是将本系统能够得到广泛使用的枢纽。

2.3 系统功能结构分析

老年人跌倒检测智能贴片系统由数据采集层、数据通信层、云平台、Web 端和 APP 构成，基本工作流程为通过相关传感器收集基本姿态体征数据，利用算法结算姿态并判断是否跌倒，数据通过网络模块发送至服务器，服务器接收数据进行数据处理，将处理完的数据存入数据库，并向 Web 前端和 APP 进行数据的展示。

数据采集层包括 MPU6050 传感器和 NEO-6M GPS 传感器等，可以开发更智能老年人跌倒检测和老年人定位追踪的设备。MPU6050 是一种六轴运动跟踪器，配有三轴加速度计和三轴陀螺仪。它具备高精度测量人体的角速度和加速度的能力。NEO-6M GPS 模块为老年人跌倒检测智能贴片系统提供高精度的经纬度等位置信息。MPU6050 传感器用于检测贴片中各个方向的加速度。如果一个方向的相关数据突然超过预测阈值，系统就检测老人此时是否跌倒。NEO-6M GPS 模块会接收老人的实时位置数据并将其传输到系统。NFC 读写模块用于读取信息，例如老年人的公交卡，它可以提供老人的身份以

及相关信息。STMS32F103 模块作为硬件系统的核心，负责整个系统的数据处理和控制在。本系统地程序通过 KEIL5 编写，并烧录至微控制器模块，可用于完成检测跌倒、传输传感器数据以及 NFC 信息读取等任务。

在数据通信层，通过 WiFi 与 SIM900A 通信模块的结合，可以实现高效的数据传输并搭建数据联络架构。WiFi 模块承担着数据刷新与接收的任务，同时，SIM900A 模块能够利用短信执行短信发送操作。WiFi 模块的主要功能是建立与本地网络或全球互联网的连接，通过 HTTP 协议，将收集到的数据传送至远程服务器以及云存储系统。通过这种方法，能够确保数据的监管与控制，使用户能够随时随地获取到相关数据以及历史记录。SIM900A 模块的主要功能是在系统检测到老人发生跌倒事件后向预先设定好的紧急联系人发送短信，这是通过 AT 指令实现的。SIM900A 通讯模块能够利用物理端口与微控制器进行交流，同时也能借助 SIM 卡连接移动网络来实现通讯功能。因此，即便在 WiFi 无法覆盖的区域，依然能够借助短信完成即时的通知。通过结合 WiFi 与 SIM900A 模块，构建了一套高弹性和高效率的数据通信体系。

对于云平台的设计，在阿里巴巴云服务器上创建了一个后端数据处理和传输的环境，并选择了一个具有 2 核和 4 G RAM 的服务器来维持系统的运行。服务器上提供了 Tomcat 和 Spring MVC 框架服务。Tomcat 是一个开源的 Web 服务器，可以托管 Java Servlets 和 JSP，Spring MVC 则是一个基于 Java 的轻量级 Web 架构，可以用于处理客户请求的需求。Spring MVC 框架的主要目的是简化 Web 开发，采用 MVC 架构模型将应用程序划分为三个层次:模型、视图和控制器，让开发者更加注重执行逻辑核心业务的落实。同时，Spring MVC 框架提供了许多功能模块和开发工具，使开发人员能够更有效地创建 Web 前端界面。此外，在服务器上安装了 MySQL 数据库来存储和管理数据。MySQL 是一个开源的关系数据库管理系统，它提供了高性能、稳定性和可靠性的数据存储环境，以满足大数据存储和高参数访问的需求。MySQL 数据库可以有效地存储和管理收集到的数据，为系统的数据分析和可视化提供了坚实的基础。

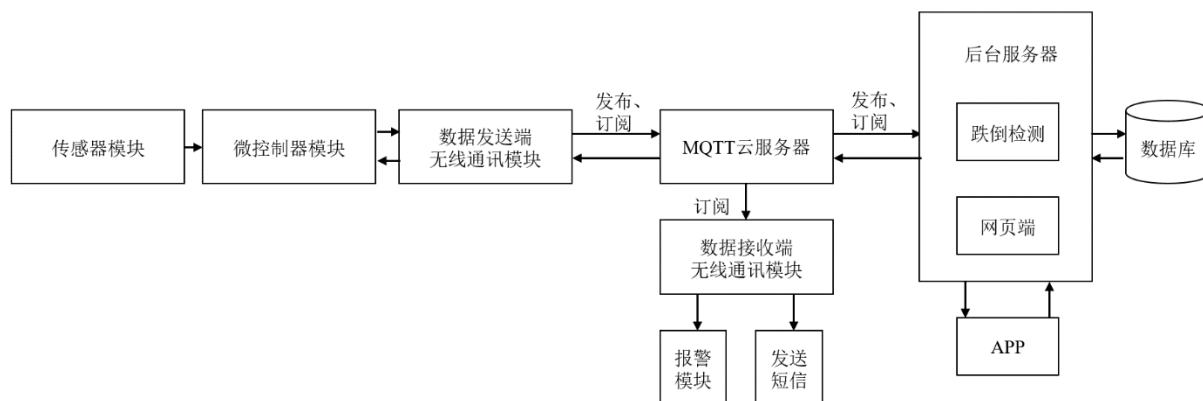
在前端界面和 APP 的开发过程中，借助 Java Server Pages（JSP）技术，能够把 Java 程序代码和必要的变动内容融入静态页面之中，这使得静态页面能够创建并动态生成相关子内容。在本系系统结构内，老人的亲属可借助网络端点连接至采用 JSP 构建的网页，实现对老人是否跌倒与定位信息的即时获取。

服务器端的 JSP 页面是用于前端展示界面的模板，其中加入了用于查看历史状态数据以及对老人状态实时追踪的 Java 代码片段。通过运用 Java 编程语言，能够实现从服

服务器的数据库中提取老年人是否跌倒和活动路径的数据，并将这些信息在网页的指定区域实时更新并展示。

老人的亲属可登陆特定网站或者 APP，查看对应的页面。服务器在接收到访问请求后，会动态生成所需指令，并将老人之前的状态数据以及当前位置信息反馈给他们。借助这种方法，家属得以在任何时间和地点通过网络查看到与老人相关的各种信息。

如下图 2-1 为本系统的框架。



第 3 章 系统总体设计

3.1 传感器采集模块的选型与连接

在设计并实现一个老年人跌倒检测智能贴件系统过程中，数据采集层是不可缺少的，选择合适的传感器来采集对应的关键数据是至关重要的，下面是相关传感器的选型与连接。

3.1.1 加速度传感器的选型与连接

开发针对老年人跌倒检测的智能贴件时，关键在于选择恰当的加速度和角速度传感器。六轴运动跟踪设备 MPU6050，因其高精度、低成本、小体积和易用性，得到了广泛的应用。该传感器将 3 轴陀螺仪和 3 轴加速度计集成于一体，成为了这类应用的理想选择。如图 3-1 所展示，是 MPU6050 传感器。

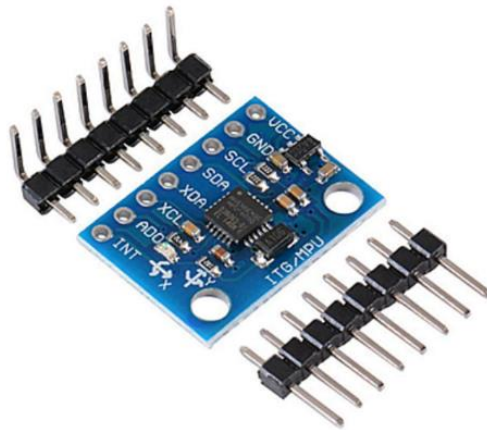


图 3-1 MPU6050 传感器

在挑选加速度计与角速度传感器时，MPU6050 展现出了其显著的优势：MPU6050 传感器的精度与反应敏感度均能满足老年人跌倒检测智能贴件系统的需求，能够充分探测到细微的加速度及其角速度的变动，这一点在精确检测老年人姿态活动中尤为重要。在能耗方面，对于依赖电池的穿戴式设备来说，必须将低能耗作为一个关键考量点。MPU6050 在常规操作模式下对电流的摄取甚微，而在休眠模式下，其耗电量几近于微安级别。随后，在集成度与体积的结合上，MPU6050 的小型化设计及高集成度的优点，让其易于嵌入到紧凑型可穿戴设备之中，从而不对老年人造成使用上的压力。最后，在经济效益方面，MPU6050 的成本较低较，有利于控制老年人跌倒检测智能贴件的制造成本，进而促进了智能贴件的大规模生产和广泛推广。

MPU6050 传感器的硬件连接：在将 MPU6050 传感器集成到老年人跌倒检测智能贴

件中时，需要考虑其电气连接以及与主控制单元（如微控制器）的数据通信接口。MPU6050 的引脚说明见表 3-1。

表 3-1 MPU6050 的引脚说明

序号	引脚名称	说明
1	VCC	3.3/5V 电源接入
2	GND	地线
3	SCL	I2C 从时钟信号线 SCL
4	SDA	I2C 从数据信号线 SDA
5	XDA	I2C 主串行数据信号线，用于外接传感器
6	XCL	I2C 主串行时钟信号线，用于外接传感器
7	AD0	从机地址设置引脚
8	INT	中断输出引脚

首先，进行电源连接，MPU6050 传感器可以通过 3.3V 电源供电，适用于多数基于低电压运作的微控制器系统。在进行电源连接的过程中，必须确保电源供应稳定，避免电压波动影响传感器性能。建议在电源线上添加去耦电容（如 0.1uF 和 10uF）以稳定电源。MPU6050 传感器支持 I2C 通信协议，这使得它可以轻松地与大多数微控制器连接，并通过仅使用两条线（SDA 和 SCL）进行数据传输。为确保信号完整性，一般情况下会在 SDA 和 SCL 线上接拉上电阻（通常为 4.7k Ω ），特别是在信号线较长或设备较多的情况下。然后进行物理安装，在安装 MPU6050 传感器时，需要确保其固定牢靠，以避免任何非预期的机械振动影响传感器数据的准确性。此外，MPU6050 传感器的放置位置对于数据的准确性至关重要，应选择人体运动相对稳定、能够代表整体运动状态的部位（如躯干中心）。MPU6050 模块硬件连接如图 3-2 所示。

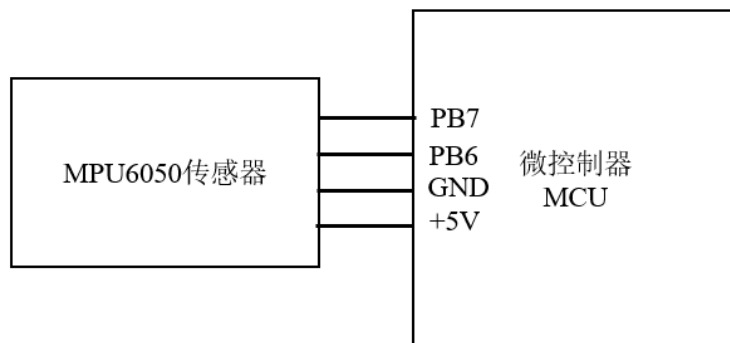


图 3-2 MPU6050 模块硬件连接图

最后，进行编程与配置，利用 I2C 接口，通过编写相应的固件程序来初始化 MPU6050，

包括设置其工作模式、采样率、灵敏度等。需要通过读取其寄存器来获取实时的加速度和角速度数据，这些数据将用于后续的跌倒检测算法中。

3.1.2 定位传感器的选型与连接

在老年人跌倒检测智能贴件系统中，当检测到老年人跌倒时或者发现老年人走失时，家属需要通过系统获得老年人当前位置，所以需要选择一个合适的定位传感器，以便告知家属老年人当前位置。

NEO-6M GPS 模块是一种广泛使用的定位模块，它适合用在老年人跌倒检测的智能贴件中。NEO-6M GPS 模块如图 3-3 所示。

在本系统中，对于定位信息的获取，NEO-6M GPS 模块有如下优点：首先，NEO-6M GPS 传感器可以提供高精度的定位功能，非常适合需要实时监控老年人位置的系统。其次，在降低功耗方面，该模块在运行时耗电量较低，适合长时间穿戴的智能设备。最后，在体积方面，NEO-6M 的体积小，便于集成到贴件或其他可穿戴设备中。



图 3-3 NEO-6M GPS 模块

NEO-6M GPS 传感器的硬件连接：在供电上，NEO-6M 通常的工作电压为 3.3V 至 5V 电压，在进行硬件连接时需要确保智能贴件的电源可以满足这个要求。NEO-6M GPS 模块使用 UART（通用异步收发传输器）连接。NEO-6M 模块的 TX（发送）端口连接到微控制器的 RX（接收）端口，RX 端口连接到 TX。最后，通过天线连接，NEO-6M 模块通常带有一个天线接口，必须连接 GPS 天线以确保信号接收。NEO-6M GPS 传感器模块的引脚说明见表 3-2。

表 3-2 NEO-6M GPS 的引脚说明

序号	引脚名称	说明
1	VCC	3.3/5V 电源接入
2	GND	地线

3	RX	软件串行中定义的 TX 引脚
4	TX	软件串行中定义的 RX 引脚

NEO-6M GPS 传感器的软件配置：首先，进行波特率的设置，以确保 NEO-6M 模块的波特率与微控制器的串口设置相匹配。常用的波特率为 9600 bps。其次，NEO-6M 模块使用 NMEA 协议，该模块输出的是 NMEA 格式的数据，这需要在微控制器的软件中进行解析，以获取位置和时间信息。最后，根据应用需求设置 GPS 的数据更新频率。NEO-6M GPS 模块硬件连接如图 3-4 所示。

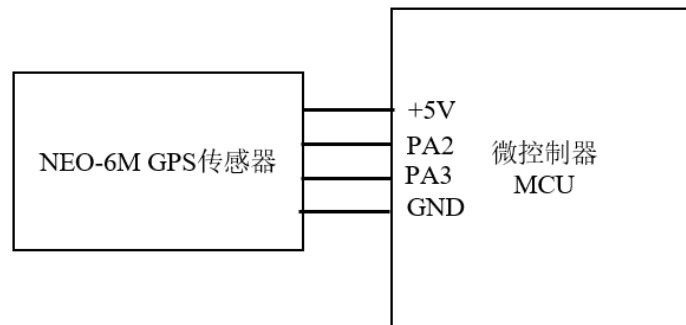


图 3-4 NEO-6M GPS 模块硬件连接图

总之，使用 NEO-6M GPS 模块在老年人跌倒检测智能贴件中能够提供精确的地理位置信息，有助于在老人发生跌倒事件时对老人的实时位置进行快速的定位和响应。在设计和实施过程中，需要确保其硬件和软件都经过充分测试，以保证系统的可靠性和效率。

3.1.3 老年人公交卡信息上传模块的选型与连接

在设计老年人跌倒检测的智能贴件中，加入 NFC（近场通信）模块可以提高设备的实用性和互动性。在 NFC 模块的选型上，本系统选择的 NFC 模块是 NFC RC522 传感器。NFC RC522 传感器如图 3-5 所示。

在对老年人跌倒检测智能贴件系统添加相关 NFC 模块时，NFC RC522 传感器有以下优势：在便捷性方面，NFC 技术允许设备在非常近的距离内（通常是几厘米）进行通信，非常适合老年人使用，因为它简化了设备间的交互过程。在降低功耗方面，NFC 模块在待机模式下几乎不消耗电力，只在两个设备互相接近时才激活通信，这有助于延长设备的电池寿命。在维护数据安全性方面，NFC 传输是安全的，因为通信距离短，难以被外部设备截获。此外，NFC 还支持加密通信，保护传输数据的安全。在普及程度方面，许多智能手机和其他智能设备支持 NFC，这使得智能贴件可以轻松集成到用户的日常生

活中。



图 3-5 NFC 模块

NFC RC522 模块的硬件连接：首先，进行电源连接，NFC 模块一般需要的电压较低，通常在 3.3V 至 5V 之间，需要确保电源供应与模块的要求相匹配。而后选择接口类型，大部分 NFC 模块通过 SPI（串行外设接口）或 I2C 接口与微控制器连接。选择哪种接口取决于主控制器的可用接口和模块的支持。而后进行天线的配置，NFC 模块需要与一个适当的天线连接，这通常是模块设计中的一部分，但是天线的大小和形状会影响其通信范围和效率。

NFC RC522 模块的软件配置：对于软件配置首先需要进行驱动程序的安装，需要为 NFC 模块安装适当的驱动程序，以便微控制器可以正确识别和操作 NFC 模块。而后进行数据的处理，编写程序来处理 NFC 模块接收和发送的数据。这包括设置 NFC 标签的读写权限和处理 NFC 设备间的数据交换。

在设计和实现 NFC 模块的过程中，要确保所有的硬件和软件配置都符合老年人使用的需求，在操作简便的同时能够保持高效和安全。通过以上的设计，老年人跌倒检测智能贴片可以更加智能化和人性化，也能够有效提升老年人的生活质量和安全感。

NFC RC522 模块引脚说明可见表 3-3。

表 3-3 NFC RC522 模块的引脚说明

序号	引脚名称	说明
1	VCC	3.3V 电源接入
2	RST	复位引脚，用于发生错误时重置
3	GND	地线
4	IRQ	唤醒设备
5	MISO	与 SPI 通信，与 I2C 接口以获得时钟脉冲并 与 UART 串行接口以从模块传输数据

6	MOSI	SPI 通信中 RFID 模块的数据输入引脚
7	SCK	有助于在 SPI 通信中发送时钟脉冲
8	SS	使能引脚，也可用作 I2C 通信的第二个引脚

通过集成 MPU6050 传感器和 NEO-6M GPS 模块等组件，能够搭建一个比较全面的老年人跌倒检测智能贴件系统，可以更好地服务于老年人群。MPU6050 是融合了三轴陀螺仪和三轴加速度计的六轴动态监测装置，其精确的测量功能使本系统有追踪并记录物体的角速度和加速度变化的能力。NEO-6M GPS 模块擅长于提供精确度极高的定位数据。

在本系统的运行机制中，MPU6050 传感器主要承担着对老年个体在各维度上的加速度数据进行收集并检测的任务。若检测到某个方向的加速度突变超出既定的限制值，系统会通过老年人检测算法判断是否发生了跌倒的情况。NEO-6M GPS 模块负责实时采集老年人的位置信息，并把这些数据传输至系统。NFC 模块的功能是实现老年人公交卡等数据的扫描和读取，借助这些数据，我们可以获取老年人的身份及其他相关信息。

3.2 无线通信模块的选型与连接

智能贴件在设计用于检测老年人跌倒时，其核心功能之一包含了无线通信模块。该功能单元不仅能够让贴件在检测到跌倒事件时立刻通知预设亲属，还能同步更新后台的数据，以便实时监控老人状态并快速做出反应。以下是对该无线通信模块设计方案的详尽介绍。

构建无线通信模块时，需要实现以下功能：首要功能是确保数据能够被传输，这包括把如加速度计和陀螺仪所收集的数据成功传送至服务器，或者直接传输至用户的智能手机。其次是紧急警报，当检测到跌倒事件发生，设备应自动通过短信向预设联系人发出警报。在设计过程中，必须将节约电量纳入考量，保证贴件在待机状态下低功耗运行，同时能够确保在数据传输需求时能迅速激活。为确保用户数据隐私与安全，在通信过程中还必须对数据进行加密处理。

无线通信模块需要合适的软件支撑，并且需要遵循一套既定的通信协议。这其中包括：

- （1）开发或整合特定通信技术的固件与协议堆栈。
- （2）进行信息的转换与解析，构建并优化信息表达的方式，能够网络连接不稳定情况下依然可以精准传递关键数据。

(3) 对远程固件进行升级，构建一套能够远程更新设备固件的系统，以便让设备能够适应将来的技术迭代或新增功能。

3.2.1 短信发送模块的选型与连接

在设计老年人跌倒检测智能贴片时，需要在系统检测到老年人跌倒时，向预设好的紧急联系人发送短信，以便进行快速救援。

集成 SIM900A 模块来发送短信警报是最优选择，它可以在跌倒事件发生时迅速通知老人的亲属。SIM900A 模块如图 3-6 所示。

SIM900A 模块的选型的优势在于，首先在兼容性上，SIM900A 是全球兼容的，SIM900A 是一个 GSM 通信模块，支持全球的 GSM 网络，可以在多数国家使用，非常适合需要国际通信的应用。然后，在数据和语音通信方面除了发送和接收短信，SIM900A 还支持语音通话功能，这为老年人提供了更多的安全保障。在控制成本上，与其他蜂窝通信模块相比，SIM900A 是一个成本效益较高的选择，可以有效控制整个设备的生产成本。最后 SIM900A 集成简易，同时提供了丰富的硬件接口和扩展功能，便于集成和程序开发。



图 3-6 SIM900A 模块

SIM900A 传感器的硬件连接：首先，进行电源连接，SIM900A 通常需要 3.4V 至 4.5V 的电压，在连接的过程中必须能够提供 2A 的电流供给，以应对模块在发送数据时的功率需求。而后，进行串行通信，SIM900A 通过串行接口与微控制器连接。需要使用 UART 接口，连接 TX、RX 和 GND 脚，确保数据的双向通信。然后，选择 SIM 卡接口，SIM900A 需要配备一个有效的 SIM 卡用于建立蜂窝网络连接。确保 SIM 卡的 PIN 码已解锁，以便模块可以自动连接网络。

SIM900A 传感器的软件配置：首先，SIM900A 模块通过 AT 命令进行控制，需要在

微控制器中编写相应的代码来发送这些命令，实现初始化、发送短信等功能。而后进行波特率的设置，确保模块和微控制器的波特率一致，通常设置为 9600 或 115200bps，以便数据能够进行可靠的传输。SIM900A 模块的硬件连接如图 3-7 所示。

通过合适的选型和精心的设计，SIM900A 模块在老年人跌倒检测智能贴件中能够提供稳定而有效的通信保障，增加老年人在遇到紧急情况时的安全感。设计时还需考虑设备的电池续航能力，确保在没有外部电源的情况下也能长时间工作。

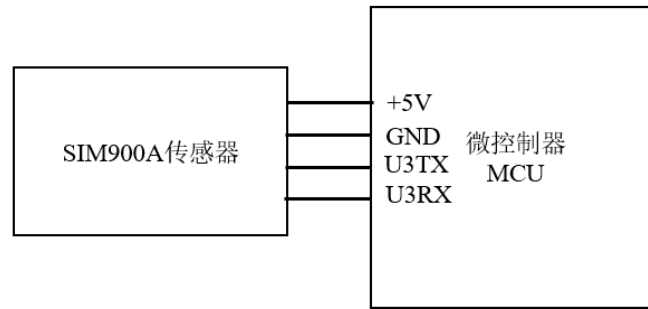


图 3-7 SIM900A 模块的硬件连接图

SIM900A 模块的引脚说明如表 3-4 所示。

表 3-4 SIM900A 模块的引脚说明

序号	引脚名称	说明
1	VCC	接入电源 3.4V~4.5V
2	GND	地线
3	TXD	串口通讯数据脚，SIM900A 发送数据
4	RXD	串口通讯数据脚，SIM900A 接收数据
5	RESET	复位引脚
6	VDD_EXT	外部电源输入正极，电压范围 3.4V~4.5V
7	RI	振铃指示引脚
8	DTR	数据终端就绪引脚
9	DCD	数据载波检测引脚
10	RTS	请求发送引脚
11	CTS	清除发送引脚
12	PWRKEY	电源控制引脚

3.2.2 数据发送端与数据接收端通信模块的选型与连接

对于老年跌倒检测智能贴件，数据传输端口的通讯模块的选择及其连接方式是至关重要的，因为这直接影响到信息传输的精确性与整个系统的可靠度维护。以下是对该模块的详尽解释：

在挑选通信模块的过程中，关键的考量要素包括传输半径、数据传输的速度、能源消耗、稳定性和相容性。

多种常见的通讯接口模块包括：

第一类是蓝牙技术，它属于近距离无线通讯技术，主要被应用于数据交换的短距离环境中。

第二类为 Zigbee 网络，作为一种物联网的低功耗无线通信技术，Zigbee 广泛应用于智能家居与传感器网络领域。

第三种类型为 Wi-Fi 连接，此技术确保了高速的数据传送和广大信号覆盖范围，然而它消耗的电能较多。

第四种类型的网络是蜂窝网络，这种网络可以实现远距离的通信，但是它的功耗较大。如图 3-8 所示，展示了 ESP8226 模块。

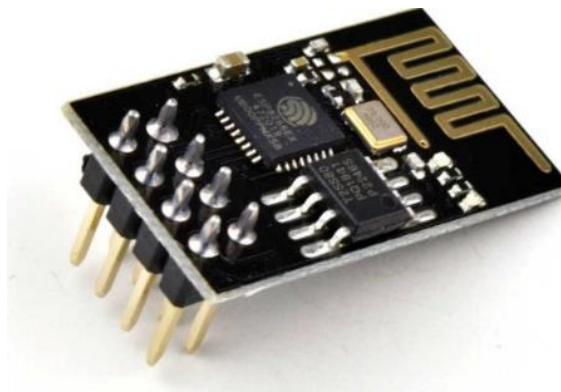


图 3-8 ESP8266 模块

在挑选通信模块时，需全面考虑实际应用场景的所需。老年人跌倒检测智能贴件系统针对老年用户，选择无线网络技术 WiFi 作为其信息交互的手段。

经过对比市场上多种通信技术，本系统决定采用 ESP8266 模块来完成数据传输任务。

请参照表 3-5 获取 ESP8266 模块的引脚详细信息。

表 3-5 ESP8266 引脚说明

序号	引脚名称	引脚说明
----	------	------

1	VCC	3.3V 供电
2	RX	异步串口接收端
3	RST	外部复位引脚
4	IO0	GPIO0 引脚
5	EN	使能端口
6	IO2	GPIO2 引脚
7	UTXD	异步串口发送端
8	GND	接地

在交互过程中，必须保证数据传输的持续性和精确性。

在综合考量传输距离、能耗、稳定性、数据安全以及兼容性等多方面要素的基础上，针对老年跌倒检测智能贴件系统的发送端通信模块的选择与连接，必须进行全方位的考量。恰当的通信模块与连接技术的选择，对于保障系统运行的稳定性及数据传输的精确性至关重要。

ESP8266 模块的硬件连接如图 3-9 所示。

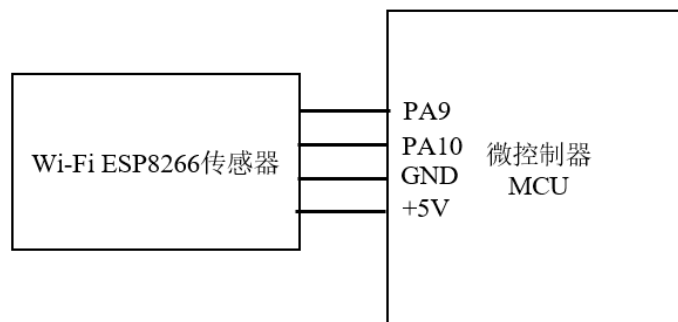


图 3-9 ESP8266 硬件连接图

通过集成 WiFi 模块与 SIM900A 通信模块，让老年人跌倒检测智能贴件系统的数据传输与通信的效率提高。无线通信功能单元承担着传输与接收数据的职责，与此同时，SIM900A 模块则通过发送短信的手段，提供了即时的通信能力。WiFi 模块的主要职责是建立与本地网络或广域网的连接，并通过 HTTP 协议将收集到的数据发送到预设的服务器或云存储。通过这种方式，得以进行数据的远程监管与控制，使用户得以在任何地点、任何时间访问实时数据及历史记录。在此同时，通过 AT 命令控制 SIM900A 模块，能够实现短信的发送。SIM900A 模块能够通过串行端口连接至微控制器，利用 SIM 卡链接至移动通信系统，从而达成无线通信的能力。如此一来，即便身处 WiFi 覆盖盲区，

也能借助短信实现交流。

结合 WiFi 和 SIM900A 模块，创建了一个既灵巧高效的数据传送与交互架构，让本系统拥有实时监控和遥控管理的能力，同时，也支持移动通信，极大地提高了通信的便利性和稳定性。

3.3 微控制器模块的选型

在老年人跌倒检测系统中，微控制器需要有足够的数据处理能力，并且有足够的接口来实现传感器数据的上传。

根据老年人跌倒检测智能贴件系统的使用环境，选择 STM32F103C8T6 作为本系统的微控制器模块。

其优势在于：STM32F103C8T6 是 STM32 单片机开发板中的最小系统板，集成度高，体积小，便于携带。同时，STM32F103C8T6 相对其他开发板成本更低，更适合开发使用。如图 3-10 所示为 STM32F103C8T6 模块。

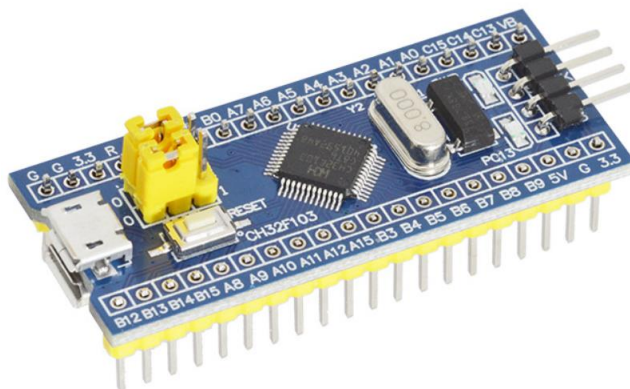


图 3-10 STM32F103C8T6 模块

3.4 服务器端设计

3.4.1 网页后端服务器功能设计

老年人跌倒检测智能贴件的网页后端服务器设计是本系统的核心部分，负责接收、处理和存储来自智能贴件的数据，并实现与用户端的数据交互和管理。下面是关于老年人跌倒检测智能贴件网页后端服务器设计的简要描述。

(1) 需要实现数据的接收与处理，后端服务器应设置数据接收接口，接收智能贴件传来的跌倒检测数据，包括加速度传感器和压力传感器的数据。通过对接收到的数据进行解析和处理，提取关键信息并进行预处理。

(2) 进行跌倒事件的处理，设计跌倒事件处理模块，根据预设的跌倒检测算法，对接收到的数据进行实时分析和判断，识别出跌倒事件并触发相应的警报通知机制。在确认跌倒事件后，服务器应发送通知给预设联系人。

(3) 进行对数据库的管理，建立数据库用于存储老年人的个人信息、监测数据、跌倒事件记录等。数据应当进行分层存储，确保安全性和可靠性。同时，设计合适的数据库结构和索引，以实现快速的数据查询和检索。

(4) 对用户的管理与权限进行控制，实现用户管理模块，包括用户注册、登录、个人信息管理等功能。同时设置权限控制机制，确保用户数据的安全和隐私保护。

(5) 对老人的状态进行实时检测与通知，设计实时监测模块，实现对老年人活动状态的实时检测，并通过与智能贴件的连接，实现实时跌倒检测和位置定位。同时，配置通知模块，及时向相关人员发送警报通知，以便进行快速救援。

(6) 进行远程连接与接口的设计，通过物联网技术，实现后端服务器与智能贴件、智能手机等设备的远程连接。为不同接入端提供友好的接口设计，以使用户实现数据的查看、管理和设置等功能。

(7) 检查系统的安全与稳定性，加强系统安全防护，包括数据加密传输等措施。同时确保系统的稳定性和可靠性，减少系统故障和服务中断的风险。

此外，服务器上还部署了 MySQL 数据库，以负责数据的储存和调控。MySQL 是一款开放源代码的关系型数据库管理系统，以其高效性能、稳定性和可靠性而著称，能够有效地适应大规模数据存储以及高频率的并发访问需求。利用 MySQL 数据库，实现了采集数据的妥善保存与统筹安排，从而为数据展示和解析工作奠定了坚实的基石。

通过合理设计和实现后端服务器，可以有效支持老年人跌倒检测智能贴件系统的功能，提高系统的可靠性、实用性和用户体验，为老年人的健康管理 and 安全提供更好的支持。

3.4.2 MQTT 云服务器功能设计

老年人跌倒检测智能贴件的 MQTT 云服务器设计是为了实现智能贴件与云端的数据通信和交互，以便实现远程监测、数据存储和管理等功能。以下是关于云服务器设计的简要描述。MQTT 协议实现流程如图 3-11 所示。

MQTT 协议选择：MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) 是一种轻量级的开放式消息协议，适用于物联网设备间的通信。选择 MQTT 协议可以实现设备与云端之间的稳定、可靠的实时通信。

在构建基于 MQTT 协议的云服务器时，必须实现以下几项核心功能。

第一个功能是设计一种可扩展的云服务器模式，其中包括了物联网设备与云之间的通信代理、信息保存、数据加工以及用户交互界面等多个组成部分。云服务器需具备高度的可依赖性、坚固的稳定性和强化的防护性。

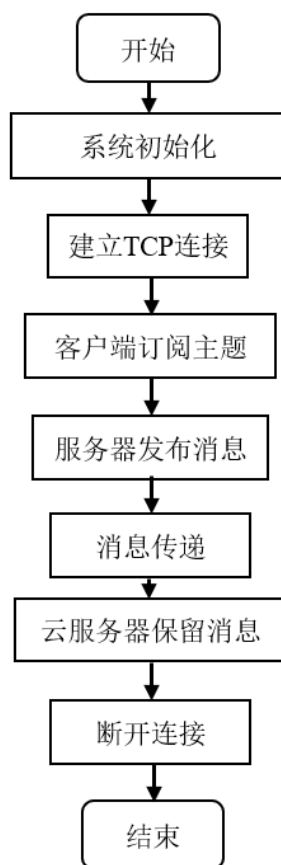


图 3-11 MQTT 协议实现流程图

第二个功能是物联网设备的登记与验证程序，在贴片接入云服务器之前，必须完成注册与验证步骤。构建注册与认证设备端口的机制，以便只有得到许可的设备能够与云服务器建立通信，从而提升系统的安全等级。

第三个功能是实现数据交互与消息订阅，需借助 MQTT 协议，以实现设备与云服务器间的数据互传。云端能够接收设备发送的信息，同时，服务器在后台对这些信息进行订阅。云端服务器能够对贴片下达命令或传递通知信息。

第四个功能是处理和储存数据，在此功能中，专门的消息处理模块负责对传入的数据进行详细的分析、加工以及保存。维护数据的一致性与精确度，并实现对数据流的即时监管与处理。

第五个功能是配备远程监管与操作指令，使用户得以通过前端界面，对系统运行状

况、实时数据和历史信息进行查阅，并能够对系统执行远程操作任务。

第六个功能是数据分析与报告，构建老年人跌倒检测算法，形成相关报告和统计信息。算法识别的结果得以在前端界面上呈现，从而使老年人的亲属能够更深入地掌握老人的动态情况。

最后一个功能是保护老年人的信息安全与隐私，它通过加固数据传输的安全防护，运用加密手段，保障数据在传输过程中的保密性与一致性。同时，制订策略以维护用户及老年人群体的隐私信息的安全性。

该系统通过构建一种高效率的 MQTT 云服务器架构，实现了老年人跌倒检测智能贴件系统云端的稳定、安全的数据交换，从而增强了系统的可靠性与实用性，为老年人的安全提供了全方位的支持。

3.5 数据库设计

老年人跌倒检测智能贴件系统的数据库设计是系统的核心组成部分，用于存储和管理用户信息、检测数据、跌倒事件记录等重要数据。以下是关于该数据库设计的详细描述。

数据库类型选择：选择适合物联网应用的数据库类型，如关系型数据库（如 MySQL、PostgreSQL）或 NoSQL 数据库（如 MongoDB、Redis）。根据系统需求和数据特点选择关系型数据库（MySQL），以实现高效的数据存储和管理。

设计合适的数据库表结构，包括但不限于以下表格：

用户信息表：存储老年人的个人信息，如姓名、年龄、联系方式等。用户数据管理数据库如图 3-12 所示。



id	password	name	age	home	mid	state	step
admin	1234	张三	67	山东省济南市齐鲁工	1000	站立	0
code		这是一个给下位机的状态位				0	(Null)

图 3-12 用户信息数据库

跌倒事件表：用于记录跌倒事件的相关信息，包括跌倒时间等。老年人历史状态数据库如图 3-13 所示。

监测数据表：记录智能贴件传感器数据，包括加速度等数据，以及时间戳和设备标识。MPU6050 模块以及 NEO-6M GPS 模块数据库如图 3-14 所示。

数据存储策略：根据数据的特性和重要性，制定合适的数据存储策略。可以使用分

区存储和冗余备份等策略，确保数据的安全性和可靠性。

数据加密：对敏感数据进行加密处理，保护敏感数据的机密性和安全性。采用适当的加密算法和密钥管理机制，确保数据传输和存储的安全性。

id	name	state	time
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:22:39
admin	张三	站立	2024-05-04 10:24:16
admin	张三	站立	2024-05-04 10:26:50
admin	张三	站立	2024-05-04 10:30:07
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:30:43
admin	张三	站立	2024-05-04 10:30:52
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:31:00
admin	张三	站立	2024-05-04 10:31:15
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:31:24

图 3-13 老年人历史状态数据

数据分析支持：为支持数据分析需求，设计合适的数据分析模块和接口，以实现监测数据的统计分析、趋势分析等功能，帮助用户更好地了解老年人的健康状况。

通过精心设计和实施数据库，老年人跌倒检测智能贴件系统可以有效地管理和利用各类数据，提供更全面、安全、可靠的服务，为老年人的健康管理 and 安全提供有力支持。

mid	location	day	time	A_x	A_y	A_z	G_x	G_y	G_z
1000	0,0	2024-05-04	13:32:37	-380	450	16548	-22	59	28
1000	0,0	2024-05-04	13:32:40	-342	404	16554	-22	59	28
1000	0,0	2024-05-04	13:32:43	-306	412	16426	-25	57	27
1000	0,0	2024-05-04	13:32:46	-364	432	16526	-21	59	29
1000	0,0	2024-05-04	13:32:50	-1426	1390	17176	-10	52	-13
1000	0,0	2024-05-04	13:32:53	-346	326	16448	-21	58	28
1000	0,0	2024-05-04	13:32:56	-408	436	16518	-26	59	26
1000	0,0	2024-05-04	13:32:59	-382	428	16484	-24	57	28
1000	0,0	2024-05-04	13:33:02	1648	-1052	13656	-206	-435	207
1000	0,0	2024-05-04	13:33:05	-362	416	16474	-21	59	29
1000	0,0	2024-05-04	13:33:08	-374	420	16430	-22	58	28
1000	0,0	2024-05-04	13:33:12	-228	404	16442	-23	58	26
1000	0,0	2024-05-04	13:33:15	3536	608	16542	-216	256	50
1000	0,0	2024-05-04	13:33:18	-5934	456	14120	113	241	95
1000	0,0	2024-05-04	13:33:21	3574	1026	17542	-222	1051	16
1000	0,0	2024-05-04	13:33:24	78	380	14786	-46	-142	-69
1000	0,0	2024-05-04	13:33:27	-252	434	16570	-23	58	28
1000	0,0	2024-05-04	13:33:30	-182	410	16488	-24	59	28

图 3-14 MPU6050 模块以及 NEO-6M GPS 模块的数据库

3.6 网页端及 APP 设计

3.6.1 网页端设计

在阿里云服务器上搭建了后台数据处理和转发环境，为了满足性能需求，选择了

一台配置为 2 核 4GB 内存的服务器来为系统提供服务。在服务器上部署了 Tomcat 服务和 Spring MVC 框架，其中 Tomcat 是一个用于托管 Java Servlet 和 JSP 的开源 Web 服务器，而 Spring MVC 是基于 Java 的轻量级 Web 框架，实现了 Web MVC 设计模式，通过请求驱动类型的方式来处理客户端的请求，并将请求和响应进行模型化处理，将 Web 层的职责进行解耦，从而简化 Web 开发流程。

Spring MVC 的主要宗旨是推动 Web 开发的简便性，遵循 MVC 架构理念，把应用分解为模型、视图和控制器三个层级，进而使开发团队可以更集中精力于业务逻辑的构建，而无需分心于底层技术的复杂性。Spring MVC 框架装备了众多功能模块和开发工具，这些工具和模块的集成使得开发人员可以更加高效地构建出性能卓越的 Web 应用程序。下面是对网页端所需要实现的功能的详细介绍。

(1) 用户通过网页端可以进行登录注册操作，在注册时需要填写用户名、用户手机号等相关信息。注册之后，用户可以通过用户名密码登录系统，进入 web 界面查看老年人的相关信息。

(2) 用户首页有修改用户信息按钮，通过修改信息按钮可以修改用户的账户密码以及用户手机号。为了确保用户信息安全，在用户修改信息之后，用户需要重新登录。

(3) 在用户首页可以查看到老年人的基本信息、老年人的是否跌倒以及当天的运动步数等相关信息。

(4) 在 web 前端界面中有用户导航栏，导航栏包含老人历史状态、老人实时位置以及卡包按钮，通过对应按钮可以查看对应信息。

(5) 当检测到老年人跌倒时，系统会发出警报，并向紧急联系人发送短信，当完成对老年人的救助后，可以在用户首页的关闭警报按钮处关闭系统警报。

3.6.2 APP 设计

对于老年人跌倒检测智能贴件的 APP 设计需要包含以下几个功能。

(1) 用户的登录与注册：用户可以通过 APP 的登录界面登录已有账号，查看老人的状态信息等数据。若用户目前暂无账号，可以通过注册按钮进入注册界面进行用户注册。

(2) 用户信息修改：用户通过登录进入到 APP 之后，可以通过信息修改按钮进入信息修改界面，修改用户名密码等信息，为了确保用户信息的安全性，在对用户信息进行修改之后，用户需要重新登录。

(3) 用户信息查看：用户在登录进入 APP 之后，APP 的首页会显示老年人的年龄、

性别、当前的是否跌倒以及当天的运动步数等相关信息，用户可以通过查看这些信息更好地了解老年人的身体状况。

APP 的层次框架图如图 3-15 所示。

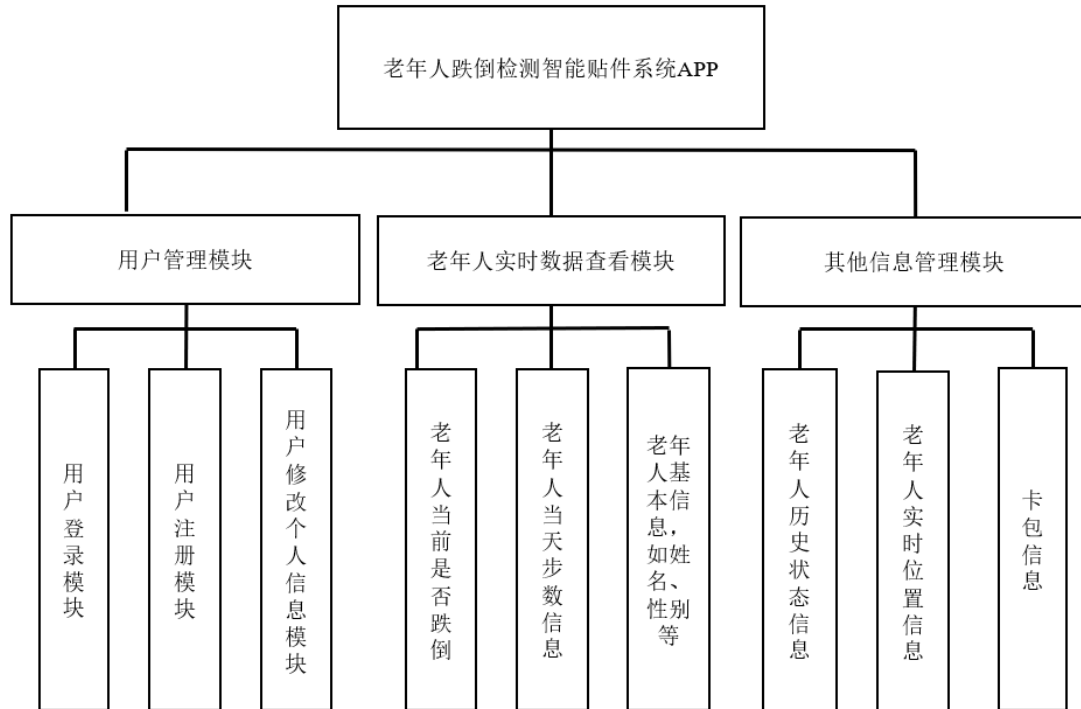


图 3-15 APP 层次框架图

（4）历史状态查看：用户在进入 APP 之后，可以在导航栏处的历史状态按钮查看老年人是否跌倒的历史记录。

（5）老人位置信息显示：当老年人显示跌倒或者亲属发现老年人走失时，可以通过导航栏的位置信息按钮查看老年人当前的位置，以便快速做出反应。

（6）卡包信息：用户登录 APP 之后，可以通过导航栏卡包信息查看当前贴片设备中已有卡片。

通过对老年人跌倒检测算法 APP 的合理设计，能够使老年人的家属更加方便的查看老年人当前的相关信息。

第 4 章 系统详细设计与实现

4.1 系统开发前的准备

对老年跌倒检测智能贴片系统进行开发之前，必须要进行必要的硬件环境准备，并且明确本系统的开发需要的模块，包括微控制器模块 STM32，无线通信模块 ESP8266 等。

在搭建完开发环境之后，编写相关传感器的程序。在编写完成之后将代码烧录至上述模块中。所烧录的程序应当使对应传感器实现其对应功能，比如 MPU6050 传感器的数据上传、检测到老人跌倒后蜂鸣器发出警报等。

下面是对硬件开发环境的搭建以及各硬件模块的连接。

4.1.1 硬件开发环境的搭建

开发一款智能贴片以检测老年人跌倒之前，需要建立一个适宜的硬件平台。这类系统通常通过集成传感器技术、微型处理器、通信组件以及相应的软件支持，实现对潜在跌倒事件的实时检测及相应处理。

以下是详细介绍如何构建硬件开发环境的步骤：例如，智能贴片应具备轻便、柔韧且不被轻易察觉的特性，同时，它还必须拥有充足的处理能力和持久的电池使用时间，以便实时跟踪和检测老年人的活动状况。

对传感器的选择是关键，对于跌倒检测系统来说，一般会集成加速度计与陀螺仪，其功能在于对老年人动作及姿态进行持续检测与分析。选择节能且测量精度高的传感器至关重要，此类传感器应有助于提升数据获取的精确度并延长设备的运行周期。后续步骤中，挑选适宜的微处理单元至关重要，因为微处理单元构成了智能贴片的核心，它主要的功能是处理来自传感器的数据，并根据这些数据作出相应的决策。挑选具备高效能耗控制特性同时具备强大算法处理能力的微处理器至关重要。

然后，进行对通信模块的配置并进行开发和调试工具的准备，为了使智能贴片能在跌倒事件发生时及时通知老人的家人，需要集成一种可靠的通信模块。选择合适的开发板和调试工具对于开发过程的效率和效果至关重要。开发板应该支持所选微处理器和传感器，而调试工具需要能提供实时数据反馈和性能分析功能。硬件搭建完毕后，接下来需要开发用于运行在设备上的软件和固件。这包括嵌入式系统的操作系统选择、跌倒检测算法的编写和优化，以及用户界面的设计。

最后，进行系统的集成和测试，将所有的硬件组件集成在一起，并进行全面的测试，

确保系统的稳定性和可靠性。测试应包括功能测试、性能测试、耐久性测试和用户测试。

4.1.2 硬件的连接

在开发老年人跌倒检测智能贴片系统时，硬件的正确连接和配置是确保系统稳定和高效运行的关键因素。这些硬件组件通常包括传感器、微处理器、通信模块以及电源管理单元，它们需要精确集成以支持系统的主要功能。硬件连接如图 4-1 所示。

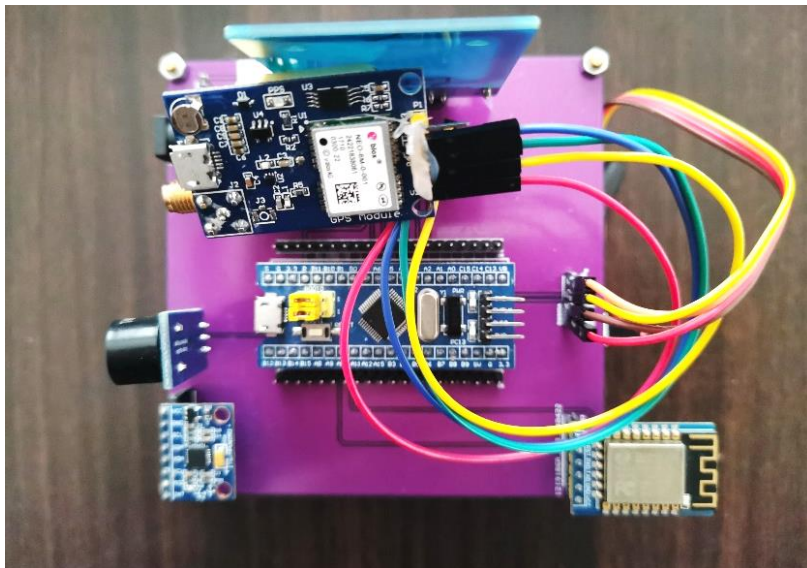


图 4-1 硬件连接图

以下是详细的连接步骤和注意事项。

第一步选择并接入传感器，而核心环节在于精确辨识及分析老年人的动态模式及姿态的转变。通常，这一功能需要借助加速度传感器和陀螺仪来完成。在设计初期，关键步骤是确立传感器准确的安装位置，这样可以确保有效地监测并获取人体动作信息。通常，这些传感器会被安装在一个小型 PCB 电路板上，与微处理器通过 I2C 或 SPI 总线连接起来。此种连接手段有益于布线的简化，缩减了对空间的占用，并增强了数据传输的信赖度。

第二步选择具备处理本系统上传数据能力的微处理器，并对其进行恰当配置。此处理器应能充分处理传感器所收集的数据，并有效地进行跌倒检测程序处理。微处理器和传感器之间的连接，需要保障高速度传输和低错误率，这样才能完成实时数据的处理任务。微处理器需要与通信模块相连接，这样在检测到老人跌倒的时候，就能够发出警报信号。

第三步集成通信模块，目的是确保在检测到跌倒事件时，智能贴片系统能够迅速向老年人的家属发出警报。此功能是通过整合无线网络连接及其他无线电波通信组件来完

成的。在构建硬件系统时，确保通信模块能够通过合适的端口（例如 UART 或 SPI）与微控制器相连是必要的。在此同时，为保证信号的稳定性和广泛覆盖，也必须充分考虑通信模块的天线位置和设计。

第四步进行电源管理，其目标在于保障设备持续稳定运作。在第四步中，需着重进行此项管理。智能贴片一般使用电池作为能量来源，其充电和放电控制，以及电压和电流的稳定供应，需要依赖电源管理集成电路来完成。此 IC 芯片不仅需要与电源装置建立联系，还必须与微型计算设备以及其他多种电子部件相接，以保证电源的有效分配和最高效优化。

第五步设计并布置印刷电路板（PCB），这一步涉及将各种硬件零件合理安排于一块经过合理设计的电路板上。电路板设计过程中，必须关注信号的完整性、电磁兼容性以及热管理等因素。通过优化配置，能够降低外界影响，从而增强系统的稳固性与反应效率。

第六步对系统进行调试与测试，在硬件连接完成后，系统的调试和测试是必不可少的步骤。这包括基本的电气测试，如电压和电流的检测，以及更为复杂的功能测试，如传感器数据的准确性和通信模块的响应速度测试。通过这些测试，可以及时发现并解决硬件连接中的问题。

最后，要实现软件与硬件的协同工作，因为硬件的功能实现最终还是要依赖与之配合的软件。系统需要确保软件能够正确读取硬件组件如传感器的数据，并通过微处理器执行算法分析，最终通过通信模块发送必要的信息。

4.2 微控制器模块功能实现

老年人跌倒检测智能贴片系统的微控制器模块是整个系统的核心部分，负责实时检测老年人的活动状态、检测跌倒事件并触发相应的警报通知。以下是关于微控制器模块功能实现的详细描述：

首先，进行传感器数据的采集，单片机模块通过与传感器的连接，实时采集老年人的运动数据，包括加速度、角速度等信息。传感器可以是加速度计、陀螺仪等，用于检测老年人的姿势和运动状态。

而后，进行数据的处理与分析，微控制器模块接收传感器采集的数据，进行数据处理和分析。通过算法识别老年人的活动模式，检测异常运动模式，如跌倒、行走等，判断是否存在跌倒风险。然后对可能发生的跌倒事件进行检测，基于传感器数据和数据分析结果，微控制器模块实现跌倒事件的实时检测。通过设定的跌倒检测算法，判断老年

人是否发生跌倒，并触发相应的处理流程。当微控制器模块检测到可能的跌倒事件发生时，会立即触发警报机制。可以通过发送短信并发出警报等方式向老年人发出警报信号，同时触发通知系统，向用户或紧急联系人发送警报通知。

最后，进行数据的存储与传输，微控制器模块负责将采集的数据存储在内部存储器中，并支持数据传输功能。通过蓝牙、Wi-Fi 等方式将监测数据传输到手机或云端服务器，实现数据的远程监控和存储。然后对系统的状态进行管理，微控制器模块管理系统的运行状态，包括电量管理、系统稳定性监测等。考虑到老年人跌倒检测智能贴件系统需要长时间佩戴，微控制器模块需要进行低功耗设计，延长电池寿命，提高系统的可靠性和稳定性。

通过以上功能实现，微控制器模块可以高效准确地检测老年人的活动状态，及时检测跌倒事件并触发警报通知，为老年人提供安全保障，同时提升系统的可靠性和实用性。

4.3 数据发送端 WiFi 模块功能实现

智能贴件内嵌的用于检测老年人跌倒的设备，其核心部件为 WiFi 模块，承担着数据的发送任务，通过此模块，传感器收集的数据得以无线传输至接收器，以便进行后续的处理和分析工作。以下是针对老年人跌倒检测智能贴件设计的数据发送端 WiFi 模块功能的细致阐述。

（1）数据收集与运算：无线网络模块主要功能是捕获各类传感器的数据，例如加速度计、陀螺仪等，这些设备用于检测老年人的动态状况。对这类数据，必须执行如预处理和滤波等步骤，目的是提取关键特征，以供跌倒检测算法使用。

（2）数据传递：通过无线网络，WiFi 模块完成数据向其他设备如手机、电脑或云服务器的发送任务，这些数据在发送前已经经过必要的处理。信息传递过程中，必须确保数据的完备无缺、防护安全与即时性，以保障传感器所收集的数据能够被接收端及时且精确地接纳和执行处理。

（3）网络互联管控：无线网络的连通性维护依赖于 WiFi 模块，此模块负责执行包括连接建立、保持及终止在内的系列网络操作。对于老年跌倒检测的智能贴件，保持牢固的网络联接是及时传送跌倒事件信息的关键，因此，WiFi 模块必须保证网络联接的稳定性与可信赖度。

（4）网络传输优化：通过 WiFi 模块，实现数据在传输过程中的加密和压缩，旨在提高网络利用率，保障信息安全。数据缩减技术能有效降低数据在传输过程中的体积，而加密技术则保障了数据隐私与完整性，避免未经授权访问或篡改。

（5）监控与紧急通知：运用 WiFi 模块，对老年人的动态进行即时跟踪，一旦探测到跌倒事件，即刻激活警报机制，并将数据迅速传递至预定设备。在老年人不慎跌倒之际，能立即向预先设定的紧急联系人发出通知，确保救援行动的及时开展。

数据传输模块在老年人跌倒检测智能贴件的架构中占据了核心地位，其承担着传感器数据收集、发送以及监控的重要职责，涵盖了数据传输、网络联接操控以及数据处理等多个方面。

4.4 加速度传感器模块功能实现

跌倒检测智能贴件的研发中，MPU6050 模块起到了关键作用，其功能极其重要。MPU6050 是一款整合了三维陀螺仪和加速度传感功能的模块，它有能力追踪物体在三个方向上的加速度变化和角速度，并能即时提供反馈信息。在收集这类数据之后，可以对物体的动态状态进行准确评估，包括其加速度和角速度等数据。检测老年跌倒的技术手段。

MPU6050 模块功能的介绍：除了计加速外，MPU6050 亦能估算物体于三轴上的旋转快慢。对物体的姿态进行分析，以判断老人是否保持平衡，这是非常关键的。然后，进行数据处理，通常情况下，MPU6050 模块展现出的是传感器最初的数据。为了获得精确的数值，这些数据需要经过一系列的处理和筛选过程。精准地动态掌握信息，依赖于数据的处理过程，这个过程包括滤波器的使用、陀螺仪数据的累积以及准确度的调整。利用 MPU6050 模块搜集到的加速度和角速度数据，本系统成功构建了一套跌倒检测系统。通常，算法会辨识人体的动态属性，例如意外的加速度变化和角速度的不规则变动，以判断是否发生了跌倒事件。

老年人跌倒检测智能贴件，采用 MPU6050 模块融合设计。可以对老年人活动进行实时追踪与监控，可以迅速发现并预警跌倒危险，从而快速采取援助措施，降低跌倒造成的伤害。MPU6050 模块在老年跌倒检测领域得到了广泛运用。它的主要特性是能够对老年人的动态进行实时监控和分析，涵盖了加速度和角速度等数据，目的是为了检测他们的活动状态。通过分析运动模式，可以设计出精准的跌倒检测算法，此算法能即时辨认跌倒行为。此系统能即时触发警报，在检测到跌倒事件时，可以为老年人带来迅速的帮助。

通过对数据的精准捕获和对算法的深入研究，结合 MPU6050 模块与老年人跌倒检测算法，能够显著增强针对老年人跌倒检测的精确性与可靠性，从而为他们的健康保障与安全防护建立了一道坚固的屏障。

总体而言，MPU6050 模块是老年人跌倒检测智能贴件的核心部件，其承担着实现主要功能的重任，包括对加速度和角速度的测量、数据处理以及跌倒检测算法的应用。在老年人跌倒检测领域，该算法的运用能显著提升检测及响应跌倒事件的能力，从而保障了老年人的健康与安全。

4.5 数据接收端 WiFi 模块功能实现

老年人跌倒检测智能贴件系统中的数据接收端 WiFi 模块是整个系统中重要的组成部分，它可以接收来自数据发送端的传感器数据，进行数据处理、分析，同时与其他设备进行通信和联动。

以下是数据接收端 WiFi 模块在老年人跌倒检测智能贴件设计与实现中的功能的详细介绍。

(1) 对数据进行接收与解析，数据接收端 WiFi 模块的其中一个功能是接收来自数据发送端的传感器数据。这些数据包括老年人的运动状态、姿势信息等。WiFi 模块需要能够稳定地接收到数据，并进行解析，将所需要的数据按照正确的格式提取出来，可以方便后续的处理和分析。

(2) 对数据进行存储与管理，以便于后续的查看。WiFi 模块需要将数据存储在云端数据库中，以确保数据的安全性和可靠性。与此同时，数据管理还包括对数据进行分类、归档、清理等操作，便于后面对于算法开发的使用。

(3) 对数据进行处理与算法运行，WiFi 模块会进行一定程度的数据处理，如数据的滤波、特征提取等操作，然后准备数据给跌倒检测算法进行进一步分析。并且，WiFi 模块还可以运行一些轻量级的算法，用于对数据的初步分析和判断，以便于提高系统的实时性和准确性。

(4) 对数据进行展示，WiFi 模块负责将处理后的数据以可视化的形式展示给用户，如通过手机 APP 或前端网页显示老年人的运动状态、跌倒事件等信息。同时，WiFi 模块还可以实现警报功能，当系统检测到老年人发生跌倒事件时，触发警报并及时通知预设的紧急联系人进行救援。

(5) 对系统进行日常的管理与维护，数据接收端 WiFi 模块需要对系统进行管理和维护，包括监控系统运行状态、处理异常情况、更新软件等操作。通过对系统的管理和维护，可以保证系统的稳定性和可靠性。

总之，数据接收端 WiFi 模块是老年人跌倒检测智能贴件系统中重要的一环，它通过数据接收、处理、通信等功能，实现了对传感器数据的接收、分析。

4.6 服务器端开发

老年人跌倒检测智能贴件的设计与实现中，服务器端的开发是至关重要的一环。服务器端负责接收、处理和存储来自智能贴件的数据，并进行跌倒事件的分析和处理。以下是对服务器端开发的详细介绍，包括其功能、技术选择以及实现过程。整体技术路线如图 4-2 所示。

（1）服务器端的主要功能

数据接收：服务器需要实现接收来自智能贴件的数据，包括加速度、角速度等传感器数据，以及贴件的唯一标识符等信息。

数据存储：将接收到的数据存储起来，供后续分析和查询使用。数据存储可以采用数据库或者文件系统的形式，以保证数据的安全性和可靠性。

跌倒事件分析：服务器需要对接收到的数据进行分析，从而可以判断是否发生了跌倒事件。跌倒事件的分析基于预先设计的算法，结合老年人跌倒检测智能贴件系统中传感器数据的实时数据，进行准确的判断。

警报和通知：一旦服务器监测可能发生了跌倒事件，本系统可以及时发出警报并以发送短信的方式通知老年人的亲属。

（2）技术选择

在服务器端开发过程中，选择合适的技术和工具来实现上述功能。常用的技术包括：

后端框架：Django、Flask 等，可以用于快速搭建服务器端应用。

数据库的选择：根据数据存储需求，选择合适的数据库，如 MySQL、MongoDB 等，用于存储接收到的数据。

数据分析和算法：使用 Python 等编程语言和相关库，设计跌倒事件分析的算法，并集成到服务器端应用中。

通信协议：选择合适的通信协议，如 HTTP、WebSocket 等，用于老年人跌倒检测智能贴件系统和服务器端之间的数据传输。

（3）实现过程

首先，进行开发环境的，包括安装后端框架、数据库和相关工具。编写代码实现数据接收和存储功能，确保能够正确接收来自智能贴件的数据，并存储到数据库中。进行对跌倒事件的分析，开发跌倒事件分析的算法，根据传感器数据实时判断是否发生了跌倒事件，并记录相关信息。当检测到发生跌倒事件时，发送警报和通知，实现警报和通知功能，及时发送警报并通知系统中预设的紧急联系人。

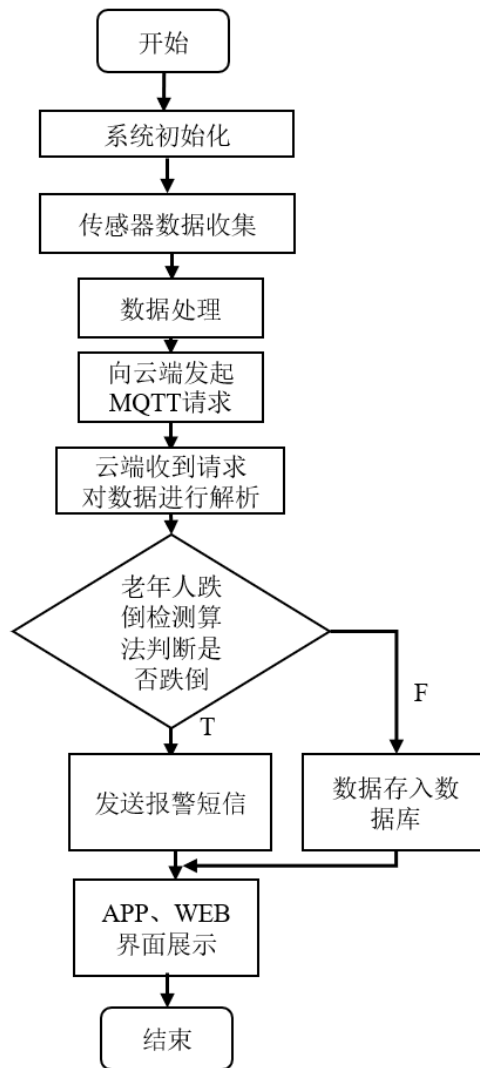


图 4-2 技术路线

最后，对服务器端进行测试和优化，进行系统测试，确保服务器端应用能够稳定运行并满足需求。根据测试结果进行优化和调整，提高系统的性能和可靠性。

总之，服务器端在老年人跌倒检测智能贴件系统中是重要的一环，负责实现数据接收、存储、跌倒事件分析和警报通知等功能。通过技术选择和对于相关功能的实现，可以确保服务器端应用的稳定性和可靠性，为老年人的健康和安全的提供有效的保障。

4.7 老年人跌倒检测算法的实现

老年人跌倒检测算法是一项实现老年人跌倒检测智能贴件系统的重要技术。通过本算法对传感器传输来的数据进行分析处理，能够准确地检测到老年人的跌倒事件，从而采取救援措施，减少跌倒所带来的风险和伤害。以下是关于老年人跌倒检测算法的计算流程。

（1）数据采集与预处理

老年人跌倒检测算法首先需要采集传感器数据，包括加速度传感器和陀螺仪传感器的数据等。采集到的数据需要进行预处理，包括去噪、滤波、归一化等操作，以保证数据的质量和准确性。

（2）特征提取与选择

在预处理后的数据基础上，需要提取有效的特征来描述老年人的运动状态和特征。常用的特征包括时间域特征（如均值、方差）、频域特征（如功率谱密度）、时频域特征（如小波变换系数）等。通过选择合适的特征并进行降维处理，可以降低数据的维度和复杂度，提高算法的效率和精度。

（3）跌倒事件检测算法

对于老年人跌倒检测算法的设计与实现，当前有以下算法可供选择：

机器学习算法：支持向量机（SVM）、随机森林（Random Forest）、K 近邻（KNN）等通过训练模型来判断传感器数据是否表现为跌倒事件。

深度学习算法：卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）等通过学习数据之间的复杂关系来进行跌倒事件的检测。

规则基础算法：通过设定一系列规则和阈值判断传感器数据是否符合跌倒事件的特征，如突然的加速度变化、倾斜角度等。

通过对不同算法的使用场景以及触发机制，选择卷积神经网络（CNN）来设计老年人跌倒检测算法。下面是对老年人跌倒检测智能贴件系统中卷积神经网络模型结构的具体介绍。

老年人跌倒检测智能贴件通常会使用传感器等技术来监测老年人的运动状态，其中卷积神经网络（CNN）算法可以应用于贴件数据的处理和分析，从而实现对老年人跌倒行为的检测。以下是在老年人跌倒检测智能贴件中使用 CNN 算法的模型结构的具体介绍：

输入数据：智能贴件传感器获取的数据通常包括加速度计和陀螺仪的数据，用于记录老年人的运动状态。

卷积层（Convolutional Layers）：CNN 模型的第一层通常是卷积层，用于从传感器数据中提取特征。卷积操作可以捕获数据中的空间信息，并帮助网络学习运动模式和特征。

池化层（Pooling Layers）：在卷积层之后，池化层用于降低特征数据的维度，保留重要信息的同时减少计算量。

激活函数（Activation Functions）：在每个卷积层之后，会应用激活函数（如 ReLU）来引入非线性，增加网络的表达能力。

全连接层（Fully Connected Layers）：在经过多个卷积和池化层提取特征后，全连接层用于将提取的特征映射到输出类别（跌倒/非跌倒），并进行分类决策。

输出层（Output Layer）：输出层通常使用 softmax 激活函数，将最终的特征表示映射为跌倒/非跌倒的概率分布，以便进行跌倒检测的预测。

损失函数（Loss Function）：在训练过程中，通常会使用适当的损失函数（如交叉熵损失）来衡量模型的预测与真实标签之间的差距。

根据卷积神经网络的模型架构，在训练卷积神经网络算法时，首先，要准备训练数据集和测试数据集，将其作为输入数据，并对输入数据进行归一化处理。然后，确定卷积神经网络的层数和结构，并选择合适的激活函数、损失函数和优化器。再确定好各层架构后，在卷积神经网络的卷积层进行数据的特征提取，在池化层降低特征数据维度并保留重要信息，在全连接层将上两层所提取的一维特征进行分类。在完成上述工作后，利用反向传播算法更新网络参数，并在迭代训练中计算损失函数，依据梯度下降算法调整模型参数，对模型进行优化更新，并使用测试数据集查看模型训练结果。最后，将模型部署至应用中。卷积神经网络的实现流程如图 4-3 所示。

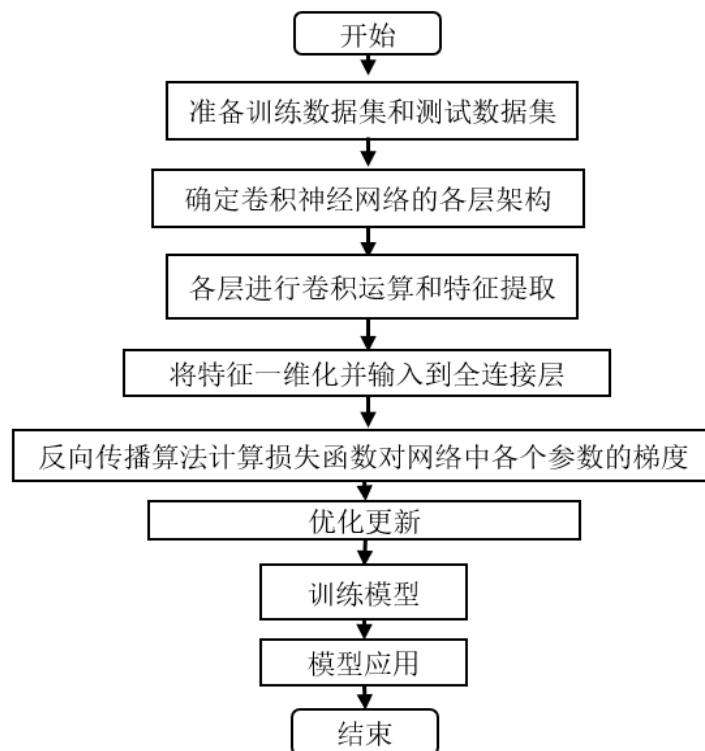


图 4-3 卷积神经网络实现流程图

通过这样的模型结构，卷积神经网络能够有效地从智能贴片传感器获取的数据中学习特征，并对老年人的跌倒行为进行准确的检测，从而让老年人的家属可以采取必要的措施保障老年人的安全。

（4）警报触发机制

一旦跌倒事件被检测到，系统需要触发警报并通过向预先设定好的紧急联系人发送短信的方式通知老人的亲属，当前老人可能发生跌倒事件，以便于老年人的亲属能够做出及时反映。

（5）算法性能评估

对老年人跌倒检测算法的性能进行的评估包括准确率、召回率、精确率等指标。同时，还需要考虑算法的实时性、稳定性和适用性，以确保老年人跌倒检测算法在实际应用中可以不出现太大错误。老年人跌倒检测算法的具体实现流程如图 4-4 所示。

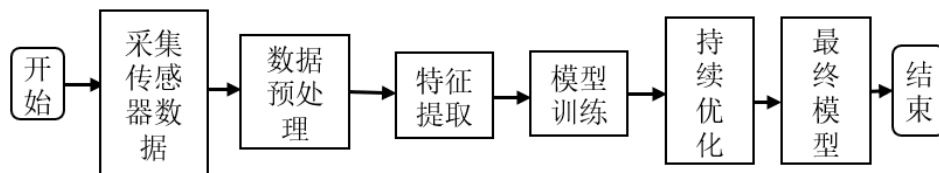


图 4-4 老年人跌倒检测算法的实现流程图

（6）实现方案

数据准备：准备用于训练和测试的数据集，包括采集的传感器数据和对应的跌倒事件标签。

数据预处理：对传感器数据进行预处理，包括数据清洗、缺失值处理、归一化处理等，以便输入到老年人跌倒检测算法中进行训练。

模型训练：使用数据集对设计好的老年人跌倒检测算法进行训练，通过反向传播算法不断优化模型参数，使其适应跌倒事件的检测任务。

模型评估：使用独立的测试集对训练好的模型进行评估，评估当前算法的优劣。

模型部署：将训练好的老年人跌倒检测算法模型部署到智能贴片系统中，实现对老年人跌倒事件的实时检测和预警功能。

通过老年人跌倒检测算法的有效实现，老年人跌倒检测智能贴片系统能够更准确、可靠地检测老年人的跌倒事件，为老年人提供更好的安全保障。

第 5 章 系统测试

5.1 硬件功能测试

老年人跌倒检测智能贴件系统的硬件测试是为了确保系统可靠性和稳定性而进行的环节。通过对硬件模块进行测试，可以测试本系统在不同环境和使用条件下的使用状况，以确保系统在实际应用中能够准确可靠地检测跌倒事件并触发相应的警报通知。下面是对老年人跌倒检测智能贴件系统的硬件测试详细介绍：

老年人跌倒检测智能贴件系统的硬件连接如图 5-1 所示。

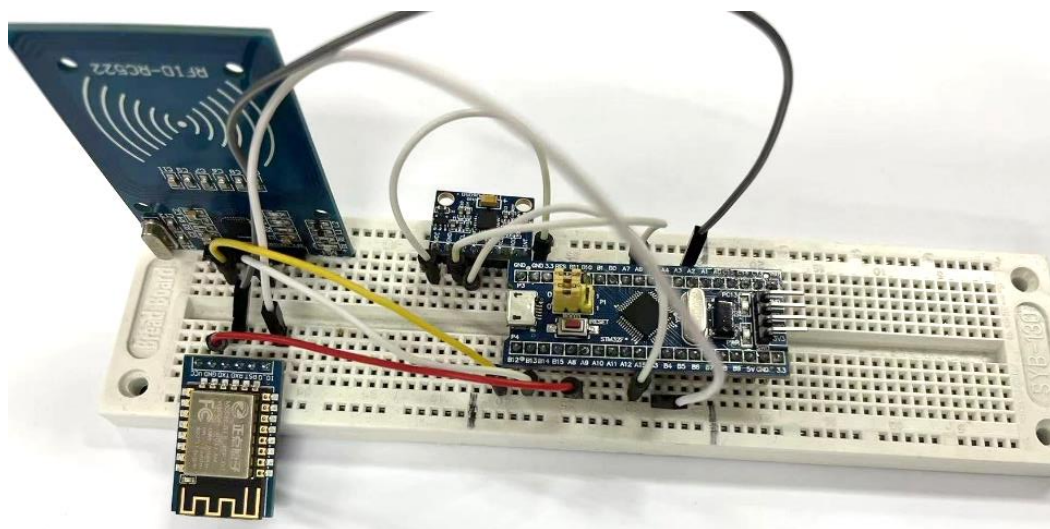


图 5-1 硬件连接图

（1）数据采集层测试

MPU6050 传感器测试：验证加速度计的灵敏度和精度并测试陀螺仪传感器的响应速度和稳定性，包括静态校准和动态校准，以确保传感器测量的加速度数据准确以及验证其在检测老年人姿势和运动状态方面的准确性。

NEO-6M GPS 传感器测试：测试定位传感器对于老年人位置的精确度以及对位置信息返回的实时性，以确保在老人走失或者跌倒时，亲属可以通过 APP 查看老人的位置信息。

NFC RC522 传感器测试：测试是否能成功将老人的公交卡信息上传到智能贴件，以方便老人的出行。

（2）微控制器模块测试

功能测试：验证 STM32 单片机模块的各项功能是否正常，包括数据采集、处理、跌倒事件检测、警报触发等功能。

（3）警报系统测试

声音警报测试：测试声音警报系统的音量和响应速度，确保老年人及其亲属能够及时听到警报信号，在老人的亲属完成对老人的救助之后，可以通过 APP 来关闭警报。

老年人模拟测试：模拟老年人日常活动和姿势，测试系统在真实使用场景下的性能表现，包括走路、跌倒等姿势下的系统响应情况。

5.2 软件功能测试

在对于老年人跌倒检测智能贴片系统的开发过程中，需要进行系统软件功能测试，通过对于系统软件的功能测试，可以确保系统软件可以正常且正确的执行软件所需实现的功能，并准确处理硬件传来的数据，以下是对于本系统的软件测试的详细说明。

（1）软件安装和配置测试

测试目的：确保目标设备上成功实现相关软件的安装和配置。

测试方法：首先，进行安装测试，在多种配置的设备上进行软件安装和配置，查看安装过程中的稳定性及最终安装结果是否出现问题。然后，进行配置测试，测试软件配置过程，包括与用户输入和预设参数的兼容性。最后，对测试过程进行评估，确保安装过程没有错误，完成所有功能的测试后显示正常使用即可。

（2）用户界面和交互测试

测试目的：验证用户界面的易用性和交互逻辑是否合理。

测试方法：首先，进行界面一致性测试，检查所有界面元素的一致性，如按钮、字体、颜色和布局。然后，进行交互测试，模拟用户操作，包括输入、选择和导航，确保操作流畅且无误。最后，对测试过程进行评估，确保界面风格一致，用户操作流程逻辑清晰。交互无延迟，错误提示准确，帮助用户正确完成操作。

（3）功能性测试

测试目的：测试软件的核心功能，如跌倒检测、警报发送和数据记录是否按预期工作。

测试方法：首先，进行跌倒检测功能测试，通过模拟跌倒和非跌倒情景（如坐下、躺下）来测试跌倒检测算法的准确性。然后，进行警报功能测试，在检测到跌倒后，测试警报系统是否能及时通知用户或监护人。再进行数据记录和回传测试，验证系统是否能正确记录跌倒事件和相关数据，并将数据传回服务器或显示在用户界面。最后，对测试过程进行评估，确保跌倒检测准确，误报率和漏报率低。警报及时发送，信息准确无误。数据完整记录，可靠性高。

5.2.1 网页前端功能测试

用户界面设计：老年人跌倒检测智能贴件系统注重网页界面的实用性。设计清晰简洁的风格，包括方便观看的图标、清晰的导航栏和按钮等，确保用户能够方便找到所需要的功能。登陆界面，注册界面如图 5-2，5-3 所示。

用户登录与身份验证：本系统通过用户登录界面，实现用户身份验证。用户可以通过输入用户名和密码的方式登录系统，可以保证数据的安全和老人隐私的保护。

个人信息管理：提供个人信息管理功能，用户可以查看和编辑老年人的个人信息，如姓名、年龄、联系方式等。用户修改信息界面如图 5-4 所示。

报警通知界面：设计报警通知界面，实时显示系统发送的报警信息，如跌倒事件发生时的警报通知。确保用户及时获知老年人的紧急情况，方便用户采取相应措施。



图 5-2 登录界面



图 5-3 注册界面

实时监测界面：本系统通过设计实时监测界面，可以展示智能贴件传感器实时采集

的数据，如老年人的活动状态等相关信息。通过图表、数字等形式向老人的亲属展示老人的实时数据，可以帮助老人的亲属了解老年人的健康状况。

修改个人信息

修改成功后需要重新登录

*联系人手机号:

15853328236

*设备ID:

0001

*家庭住址:

山东省济南市长清区崮云

*姓名:

cui

*年龄:

89

*密码:

cui

确认修改

图 5-4 信息修改界面

历史数据查看：本系统提供历史数据查看功能，老人的亲属可以查看老年人的历史检测数据，如跌倒事件、活动轨迹等。老人历史状态记录页面如图 5-5 所示。

老人历史数据			
ID	姓名	状态	时间
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:22:39
admin	张三	站立	2024-05-04 10:24:16
admin	张三	站立	2024-05-04 10:26:50
admin	张三	站立	2024-05-04 10:30:07
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:30:43
admin	张三	站立	2024-05-04 10:30:52
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:31:00
admin	张三	站立	2024-05-04 10:31:15
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:31:24
admin	张三	站立	2024-05-04 10:31:27
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:37:39
admin	张三	站立	2024-05-04 10:38:26
admin	张三	摔倒	2024-05-04 10:38:43
admin	张三	行走	2024-05-04 10:38:53
admin	张三	站立	2024-05-04 10:38:56
admin	张三	站立	2024-05-04 10:47:57
admin	张三	摔倒	2024-05-04 11:04:09

图 5-5 老人历史状态记录页面

5.2.2 APP 功能测试

智能贴件系统的应用程序设计在提升用户体验和便捷性方面对老年人跌倒检测至关重要。下面是对本系统应用程序的功能介绍，以及对 APP 的功能测试。APP 功能测试结果如表 5-1 所示。

表 5-1 APP 测试结果

序号	功能	测试结果
1	登录与身份验证	正常
2	用户信息修改	正常
3	历史数据查看	正常
4	跌倒事件发生后发送短信	正常
5	实时位置查看	正常
6	卡包信息查看	正常
7	跌倒事件确认后关闭警报	正常
8	检测老年人跌倒状态	正常

登录与身份验证：设计用户登录界面，实现用户身份验证功能。用户可以通过输入用户名和密码登录系统，确保数据的安全性。APP 登录及注册界面如图 5-6 所示。



图 5-6 APP 登录及注册界面

历史数据查看：提供历史数据查看功能，用户可以查看老年人过去的检测数据记录，如跌倒事件、活动轨迹等。设计时间轴或列表形式的数据展示，方便用户查看数据。老年人历史状态数据及位置信息界面如图 5-7 所示。



图 5-7 老年人历史数据及位置信息界面

跌倒事件警报：嵌入跌倒事故警报机制，使本系统有能力向预设的紧急联系人发送警报，促使老年人的家属关注老年人跌倒事件的发生。使老年人的家属能即刻知晓老年人的紧迫状况，以便执行相应的行动。检测到老年人跌倒之后向紧急联系人发送短信，并发出警报，具体如图 5-8 所示。

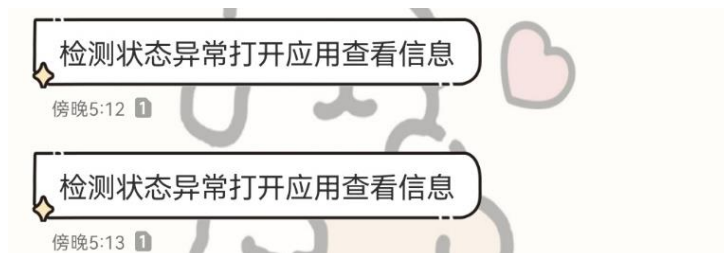


图 5-8 老年人跌倒后短信接收

老年人相关信息展示：此功能允许用户及时追踪老年人的行动状况。应用程序利用图示和数值的方式展现老年人是否跌倒信息，使得老年人的家属能够迅速查看其健康状况。APP 中老年人修改信息以及用户信息界面如图 5-9 所示。

智能贴件监测平台

智能贴件监测平台

用户 ---- 信息

姓名: cui
年龄: 89
家庭住址: 山东省济南市长清区崮云
联系方式: 15853328236
设备编号: 0001

用户状态: 0
当前步数: 0

关闭警报 修改信息

修改个人信息

修改成功后需要重新登录

*联系人手机号: 15853328236
*设备ID: 0001
*家庭住址: 山东省济南市长清区崮云
*姓名: cui
*年龄: 89
*密码: cui

确认修改

图 5-9 用户信息及信息修改界面

通过 APP，老年人跌倒检测智能贴件系统可以为用户提供更便捷、实用的移动体验，帮助用户更好地监测和管理老年人的健康状况，增强系统的实用性和用户满意度。

第 6 章 总结与展望

6.1 总结

老年人跌倒检测智能贴片系统是一个可以用于提高老年人生活质量和安全保障的技术。通过结合传感器技术、物联网技术、相关数据处理和算法，本系统能够实时监测老年人的状态，可以及时发现跌倒事件并触发警报，为老年人提供帮助和保障。

通过对本系统的设计与实现的总结可以看到当下老年人跌倒检测智能贴片的成果：

（1）对老人的安全进行保障：老年人跌倒检测智能贴片系统为老年人提供了安全保障，减少了跌倒事件造成的伤害和意外。

（2）更智能化的功能：本系统通过不断优化相关算法和数据处理能力，提高了跌倒事件的准确度和实时性。更加智能的功能的增强让本系统更加智能化和人性化。

（3）用户体验：老年人跌倒检测智能贴片系统设计注重用户体验，界面友好、操作简便，老年人更容易接受和更方便使用。

（4）可靠性与稳定性：本系统在长时间测试中表现出了良好的可靠性和稳定性，可以适用于不同环境和使用场景。

但是，通过对于本次毕业设计的设计过程进行反思可以得出，目前对于老年人跌倒检测智能贴片的设计与实现还有很长一段路需要走，本次设计中使用的一些传感器，比如 SIM900A，NEO-6M GPS 模块以及 NFC RC522 模块的尺寸还是比较大，很难达到贴片的效果，对于老年人的佩戴还有一定困难。

6.2 展望

通过对于本次设计的反思，可以知道老年人跌倒检测智能贴片并非是无法实现的，可以通过电路集成化来做成便于老人携带的贴片，可以更方便的监测老人的状态。

在总结过去的成就和经验的基础上，展望未来，可以看到以下发展趋势和机会：

（1）智能化发展：未来，老年人跌倒检测智能贴片系统将继续向智能化方向发展，整合更多先进的传感技术和人工智能算法，提高系统的智能识别能力和预警机制。

（2）健康管理：系统有望扩展至更广泛的健康管理领域，不仅可以检测跌倒事件，还可以监测老年人的健康状况，提供更全面的健康管理服务。

（3）远程监护：在未来，老年人跌倒检测智能贴片系统有望实现远程监护的功能，通过云端控制技术实现老年人的远程监控，让老年人的亲属可以实时查看老年人的健康状况。

（4）个性化定制：在未来，老年人跌倒检测智能贴件系统会更注重个性化定制，根据老年人的不同需求和不同健康状况，提供个性化服务和功能，满足不同老年人的需求。

（5）合作与推广：在未来，老年人跌倒检测智能贴件系统的推广与合作将更重要，通过与医疗机构、养老院等健康监测机构进行合作，可以将系统推广至更广泛的用户群体，为更多老年人提供更多安全保障和关怀。

在未来的发展中，老年人跌倒检测智能贴件系统有望成为老年健康管理领域的重要支持，为老年人提供更全面的健康保障和关爱，促进老年人健康幸福的生活。

总之，国内外在老年人跌倒检测智能贴件系统相关的研究不断取得进展，但仍面临一些挑战，如算法的实时性、贴件佩戴的舒适性以及便携性、系统的稳定性等问题急需解决。未来，需要进一步加强国际合作，分享经验和成果，共同推动老年人跌倒检测智能贴件系统相关的发展，为老年人的健康与安全保驾护航。

参考文献

- [1] 老年人跌倒干预技术指南[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2012, 19(8): 1-13.
- [2] Mubashir M, Shao L, Seed L. A survey on fall detection: Principles and approaches[J]. Neurocomputing, 2013, 100: 144-152.
- [3] Chen K H, Yang J J, Jaw F S. Accelerometer-based fall detection using feature extraction and support vector machine algorithms[J]. Instrumentation Science & Technology, 2016, 44(4): 333-342.
- [4] Wu G, Xue S. Portable Preimpact Fall Detector With Inertial Sensors[J]. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 2008, 16(2): 178-183.
- [5] 朱勇, 张研, 宋佳, 等. 基于倾角的跌倒检测方法 with 系统研究[J]. 生物医学工程学杂志, 2013, 30(1): 95-99.
- [6] Karantonis D M, Narayana M R, Mathie M, et al. Implementation of a real-time human movement classifier using a triaxial accelerometer for ambulatory monitoring[J]. Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, 2006, 10(1): 156-167.
- [7] Boissy P, Choquette, Stéphane, Hamel M, et al. User-Based Motion Sensing and Fuzzy Logic for Automated Fall Detection in Older Adults[J]. Telemedicine and e-Health, 2007, 13(6): 683-694.
- [8] Bianchi F, Redmond S J, Narayanan M R, et al. Barometric Pressure and Triaxial Accelerometry-Based Falls Event Detection[J]. IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2010, 18(6): 619-627.
- [9] Bourke A K, Ven P V D, Gamble M, et al. Evaluation of waist-mounted tri-axial accelerometer-based fall-detection algorithms during scripted and continuous unscripted activities[J]. Journal of Biomechanics, 2010, 43(15): 3051-3057.
- [10] De Cillis F, De Simio F, Guido F, et al. Fall-detection solution for mobile platforms using accelerometer and gyroscope data[C]//Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015 37th Annual International Conference of the IEEE. IEEE, 2015: 3727-3730.
- [11] Yi W J, Sarkar O, Mathavan S, et al. Wearable sensor data fusion for remote health assessment and fall detection[C]//Electro/Information Technology (EIT), 2014 IEEE International Conference on IEEE, 2014: 303-307.
- [12] Yu M, Rhuma A, Naqvi S M, et al. A posture recognition-based fall detection system for monitoring an elderly person in a smart home environment[J]. IEEE transactions on information technology in biomedicine, 2012, 16(6): 1274-1286.
- [13] Stone Erik E, Skubic Marjorie. Fall detection in homes of older adults using the Microsoft Kinect.[J]. IEEE journal of biomedical and health informatics, 2015, 19 (1): 290-301.
- [14] Bian Z P, Hou J, Chau L P, et al. Fall detection based on body part tracking using a depth camera[J]. IEEE journal of biomedical and health informatics, 2015, 19(2): 430-439.
- [15] Rougier C, Meunier J, St-Arnaud A, et al. Fall Detection from Human Shape and Motion History Using Video Surveillance[C]. IEEE Computer Society, 2007.
- [16] Chen Y T, Lin Y C, Fang W H. A hybrid human fall detection scheme[C]. IEEE International Conference on Image Processing. IEEE, 2010.

- [17] 卢耿霞. 基于计算机视觉的室内跌倒检测[D]. 广东工业大学, 2015.
- [18] 周民刚. 基于计算机视觉的人体跌倒检测算法研究[D]. 山东大学, 2013.
- [19] 郭金鑫. 基于三维视觉的人体跌倒检测技术研究[D]. 齐鲁工业大学, 2019.

致谢

至此，我的本科生涯就全部结束了。

由衷地感谢在我的毕业设计的完成以及毕业论文的撰写的过程中，我的毕业指导老师——胡春雨老师提供的帮助以及不辞辛苦的指导。

由衷地感谢我本科四年期间遇到的朋友们，我们一起度过了一段美好的大学时光，让我在本科期间没有太过孤独。

由衷地感谢我的父母，如果没有他们，可能我没办法拥有这四年的大学时光，他们或许不了解时代的步伐，也不了解年轻人的世界，但他们总能在我遇到困难的时候，站在我的角度为我考虑，努力的理解我的想法。

由衷地感谢我自己，大学四年，有好有坏，感谢遇到困难从未放弃的自己，感谢无论做了什么样的决定都不后悔并坚定向前的自己，感谢全力以赴对待每一件事情的自己，感谢即便是遭遇了不公仍热爱生活的自己。

最后，希望我们都有光明的未来。